

taofizica

o paralelă între
fizica modernă și mistica orientală

fritjof capra



fritjof capra

A obținut doctoratul la
Universitatea din Viena;

A desfășurat cercetări în fizica de
înalță energie la mai multe
universități din Europa și
America.

A scris și a ținut prelegeri despre
implicațiile filosofice ale științei
moderne;

Este autorul mai multor volume,
printre care: *The Turning
Point*, *The Web of Life*,
Hidden Connections și
The Tao of Physics, un
bestseller internațional
care s-a vândut în peste
jumătate de milion de
exemplare și a fost tradusă
în peste zece limbi;

În prezent este director la Centrul
pentru Alfabetizare Ecologică
din Berkeley, California;
locuiește în Berkeley
împreună cu soția și fiica sa.

fritjof capra

taofizica o paralelă între
fizica modernă și mistica orientală

ediția a III-a

traducere din limba engleză:
doina ȕimpău



București, 2004

Ediția originală:
The Tao of Physics
An exploration of the parallels between
modern physics and Eastern mysticism, by Fritjof Capra
ediția a III-a, Flamingo, 1992

Copyright © Fritjof Capra 1975, 1983, 1991
All rights reserved.

Ediția în limba română:
Copyright © 2004 S.C. Editura TEHNICĂ S.A.
Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii.

Adresă: S.C. Editura TEHNICĂ S.A.
Str. Olari, nr. 23, sector 2
București, România
cod 024056
www.tehnica.ro

coordonatorul colecției
romanchirliă

coperta colecției
florianabălan

coordonator editorial
adinalonescu

coordonator tehnic
floringealapu

layout & pre-press
cătălinamăgureanu

procesare pc
margaretachilim

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CAPRA, FRITJOF

**Taofizica: o paralelă între fizica modernă și mistica
orientală / Fritjof Capra; trad.: Doina Țimpău. - Ediția a III-a, rev.**
București: Editura Tehnică, 2004

Bibliog.

ISBN 973-31-2228-9

I. Țimpău, Doina (trad.)

53



cuprins

<i>Prefață la prima ediție</i>	7
<i>Prefață la ediția a doua</i>	11
I. CALEA FIZICII	16
1. Fizica modernă – calea sufletului?	17
2. A cunoaște, a vedea	27
3. Dincolo de limbaj	45
4. Noua fizică	53
II. CALEA MISTICĂ	84
5. Hinduismul	85
6. Budismul	93
7. Gândirea chineză	101
8. Taoismul	111
9. Filosofia Zen	117
III. PARALELISME	124
10. Unitatea tuturor lucrurilor	125
11. Dincolo de lumea contrariilor	139
12. Spațiu-timp	157
13. Universul dinamic	187
14. Vid și formă	205
15. Dansul cosmic	221
16. Simetria de quark, un nou koan?	243
17. Structuri ale schimbării	255
18. Întrepătrunderea	281
Epilog	299
Noua fizică revizuită – Postfață	305
Note	319
Bibliografie	331

Este probabil un adevăr general acela că în istoria spiritualității, cele mai remarcabile progrese se produc la confluința a două curenți de gândire. Acestea își pot avea originea în culturi, epoci sau tradiții religioase diferite, dar în măsura în care între ele se stabilește un contact, ne putem aștepta la transformări fascinante.

Werner Heisenberg

Mulțumiri

Autorul și editorii își exprimă întreaga lor gratitudine pentru acordul de a reproduce ilustrațiile din această carte următorilor:

Lawrence Berkeley Laboratory;

M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts;

Nordisk Pressefoto; Copenhagen;

CERN; Gunvor Moitessier;

Estate of Eliot Elisofon;

Mrs. Nasli Heeramanek;

Benjamin Rowland jr.; The Asia Society, New York;

Daisetz T. Suzuki, Bolingen Foundation, Princeton University Press.



prefață la prima ediție

Cu cinci ani în urmă am trăit o experiență care m-a determinat să o apuc pe un anumit drum și care a condus la redactarea acestei lucrări. Mă aflu pe malul oceanului într-o după-amiază de vară târzie, priveam valurile rostogolindu-se și-mi ascultam propria respirație când, deodată, am avut revelația întregului meu univers angajat într-un dans cosmic gigantic. Fiind fizician, știam că nisipul, pietrele, apa și aerul din jurul meu sunt formate din molecule și atomi în vibrație, iar acestea la rândul lor, din particule care interacționează producând sau distrugând alte particule. Știam, de asemenea, că atmosfera terestră este permanent bombardată de fascicule de „raze cosmice”, particule de mare energie care suferă multiple ciocniri. Toate acestea îmi erau familiare din cercetările mele în fizica energiilor înalte, dar până în acel moment le receptasem numai la nivelul graficelor, diagramelor și teoriilor fundamentate matematic. Acolo, pe acea plajă, experiența mea trecută se însuflețește; am „văzut” cascade de energie revărsându-se din spațiul în care particulele erau create și distruse ritmic; am „văzut” atomii elementelor și pe aceia ai

propriului meu corp prinși în dansul cosmic al energiei; i-am simțit ritmul și i-am „auzit” muzica și în acel moment am știut că acesta era Dansul lui Shiva, zeul dansatorilor, cel divinizat de hinduși.

Am petrecut mulți ani desăvârșindu-mi studiile de fizică și am fost implicat alți câțiva ani în munca de cercetare. În același timp am ajuns să mă interesez de mistica orientală și să constat asemănările acesteia cu fizica modernă. Mă fascinau mai ales enunțurile paradoxale din Zen care-mi aminteau de paradoxurile teoriei cuantice. La început, a face legătura între ele era un exercițiu pur intelectual. Depășirea prăpastiei care exista între gândirea rațională, analitică și experiența meditației asupra adevărului mistic a fost și este, încă, foarte dificilă pentru mine.

La început am fost ajutat de „ierburile care dau putere”, cele care dau libertate gândului să zboare; ele mi-au arătat cum starea de clarviziune se instalează de la sine, fără efort, izvorând din adâncurile conștiinței. Îmi amintesc prima experiență de acest fel. Venind după ani de exercițiu al gândirii raționale, a fost atât de copleșitoare încât m-a făcut să izbucnesc în lacrimi și să încerc apoi, ca și Castaneda, să prind în cuvinte revărsarea de impresii.

Mai târziu a venit experiența Dansului lui Shiva. A fost urmată de experiențe similare care m-au ajutat treptat să înțeleg că viziunea asupra lumii pe care o conturează fizica modernă este în acord cu aceea care străbate din străvechea înțelepciune orientală. De-a lungul anilor am păstrat pe hârtie multe observații și am scris câteva articole despre conexiunile pe care le descopeream până când mi-am rezumat experiența în această carte.

Cartea se adresează cititorilor interesați de mistica orientală și care nu au neapărat cunoștințe de fizică. Am încercat să prezint principalele concepte și teorii ale fizicii moderne fără să fac apel la formule matematice sau la limbajul tehnic; totuși, unele paragrafe pot încă să pară cititorilor complet nefamiliarizați cu fizica, dificil de receptat la o primă lectură. Noțiunile tehnice de care am fost nevoit să fac uz sunt bine definite acolo unde apar pentru prima dată.

Sper, de asemenea, să se afle printre cititorii acestei cărți și fizicieni interesați de epistemologie și care n-au luat contact încă cu filosofii religioase ale Orientului. Ei vor constata că mistica orientală oferă celor mai avansate teorii cadrul filosofic adecvat.

În ceea ce privește conținutul lucrării, cititorul ar putea acuza o lipsă de echilibru în tratarea gândirii științifice și a celei mistice. Pe măsură ce va avansa în lectură s-ar putea să constate progrese în înțelegerea aspectelor științifice, dar nu și a celor legate de mistica orientală. Fenomenul e inevitabil de vreme ce experiența mistică este, mai presus de toate, o experiență ce nu se poate învăța din cărți. Se poate ajunge la o receptare mai profundă a tradiției mistice numai luând decizia de a ne implica activ în ea. Nu pot decât să sper că această carte vă va demonstra că nu aveți decât de câștigat dintr-o asemenea experiență.

În timpul redactării acestei lucrări, propria mea înțelegere a modului de gândire oriental s-a aprofundat. Pentru aceasta sunt profund recunoscător lui Phiroz Mehta care mi-a relevat multiple aspecte ale misticii indiene și lui Liu Hsiu Chî, maestrul meu Tâai Chi care m-a inițiat în taoism.

Mi-ar fi imposibil să amintesc numele tuturor acelor care – oameni de știință, artiști, studenți, prieteni – m-au ajutat prin conversații stimulative să-mi formulez ideile. Datorez, totuși, mulțumiri speciale lui Graham Alexander, Jonathan Ashmore, Stratford Caldecott, Lyn Gambles, Sonia Newby, Ray Rivers, Joel Scherk, George Sudarshan și, nu în ultimul rând, lui Ryan Thomas.

În sfârșit, sunt profund îndatorat doamnei Pauly Bauer-Yunhof din Viena pentru generosul său sprijin financiar de care am beneficiat atunci când aveam mai multă nevoie.

Fritjof Capra

Londra, decembrie 1974



prefață la ediția a doua

Această carte a fost publicată într-o primă ediție în urmă cu 7 ani și a fost rezultatul unei experiențe trăite, așa cum s-a arătat în prefață, cu 10 ani în urmă. Mi se pare, deci, necesar să adresez cititorilor acestei noi ediții câteva cuvinte despre ceea ce s-a petrecut în acești ani – cu cartea, cu lumea științifică și cu mine.

Când am descoperit legăturile dintre concepțiile fizicienilor și cele ale misticilor la care se făcuseră deja aluzii fără a fi însă niciodată cu adevărat explorate, am avut impresia că nu fac altceva decât să dezvălui adevăruri banale, și uneori, în timp ce scriam cartea, mi se părea chiar că e scrisă mai curând prin mine decât de mine. Evenimentele care au urmat mi-au confirmat presentimentele. Cartea a fost primită cu entuziasm în Marea Britanie și în Statele Unite. Deși a beneficiat de publicitate minimă, s-a vorbit mult despre ea și acum e reeditată în zeci de ediții în toată lumea.

Reacția lumii științifice a fost, așa cum era de așteptat, mai reținută; dar și aici crește interesul pentru implicațiile filosofice ale științei secolului al XX-lea. Refuzul unora dintre oamenii de știință de a accepta asemănările profunde dintre conceptele lor și acelea ale misticilor nu surprinde deloc, de vreme ce – afirmație

valabilă cel puțin pentru Occident – mistica a fost în mod eronat asociată cu misterul, ambiguitatea și cu atitudinea antiștiințifică. Din fericire lucrurile se schimbă astăzi. Cum de gândirea orientală a început să se intereseze un număr tot mai însemnat de oameni, iar meditația nu mai e privită cu suspiciune sau ridiculizată, mistica începe să fie luată în serios de comunitatea științifică.

Succesul cărții a avut un puternic impact asupra vieții mele. În ultimii ani am călătorit mult, am ținut conferințe care au fost audiate de profesioniști și neprofesioniști și am discutat despre implicațiile „noii fizici” cu oameni de toate profesiile. Aceste discuții m-au ajutat enorm să înțeleg contextul cultural în care se înscrie marele interes față de mistica orientală, interes care a început să se manifeste în Occident în ultimele decenii. Acum privesc acest interes ca pe o componentă a mult mai complexe tendințe de a contracara dezechilibrul specific culturii noastre, un dezechilibru care se manifestă în modul nostru de gândire, în sentimente, în sistemul nostru de valori, în structurile sociale și politice. Conceptele de yin și yang mi se par potrivite pentru a descrie dezechilibrul cultural. Cultura noastră a favorizat în mod constant valorile și atitudinile yang – masculine și le-a neglijat pe cele complementare yin – feminine. Am promovat afirmarea individului în defavoarea integrării, analiza în defavoarea sintezei, rațiunea în defavoarea intuiției, știința în defavoarea religiei, competiția în defavoarea cooperării, expansiunea în defavoarea conservării ș.a.m.d. Această dezvoltare unilaterală a atins acum un stadiu alarmant, o criză la nivel social, ecologic, moral și spiritual.

Cu toate acestea, suntem martorii începutului unei evoluții extraordinare ce pare să ilustreze dictonul chinez

care spune că „atunci când yang a atins apogeul, el se retrage pentru a face loc lui yin”. Anii '60 – '70 au generat mișcări sociale care converg toate în aceeași direcție. Preocuparea crescândă pentru ecologie, interesul față de mistică, afirmarea mișcărilor feministe și redescoperirea medicinei tradiționale sunt toate manifestări ale aceleiași tendințe de evoluție. Toate urmăresc să contrabalanseze supra-accentuarea valorilor și atitudinilor raționale, masculine și să restabilească echilibrul între aspectele feminine și masculine ale naturii umane. Astfel, conștiința armoniei dintre viziunea datorată fizicii moderne și viziunea misticii orientale asupra lumii ne apare ca parte integrantă a unei profunde transformări culturale ce conduce la un nou mod de a concepe realitatea, care va determina restructurarea sistemului nostru de gândire, de valori și percepții. În cea de-a doua carte a mea, La Răscruce, am explorat variatele aspecte și implicații ale acestei transformări culturale.

Faptul că actualele schimbări în sistemul nostru de valori vor afecta multe dintre disciplinele științifice ar putea să-i surprindă pe aceia care cred într-o știință obiectivă, ce se sustrage sistemului de valori. Dar aceasta este una din cele mai importante implicații ale noii fizici. Contribuția lui Heisenberg la teoria cuantică, pe care o prezint pe larg în cuprinsul acestei cărți, atestă clar faptul că idealul clasic de obiectivitate științifică nu mai poate fi menținut și că fizica modernă demolează mitul științei aflate în afara valorilor. Obiectele supuse observațiilor oamenilor de știință sunt corelate cu schemele lor de gândire. Deși cele mai multe dintre rezultatele cercetărilor lor nu mai depind de sistemul de valori adoptat de respectivii cercetători, cadrul mai larg în care se desfășoară activitatea științifică nu va exclude valorile. Astfel, oamenii de

știință nu sunt răspunzători pentru studiile lor doar din punct de vedere intelectual, ci și moral.

Din această perspectivă conexiunea dintre fizică și mistică nu e numai foarte interesantă, dar și foarte importantă. Ea arată că rezultatele științei moderne au deschis două cai care ne pot conduce – pentru a ne exprima în termeni extremi – spre Budha sau spre Bombă și rămâne la latitudinea fiecărui om de știință să decidă ce cale va urma. Mi se pare că într-o epocă în care jumătate din numărul de cercetători și ingineri lucrează în scopuri militare, irosind un imens potențial de creativitate în realizarea de noi și din ce în ce mai sofisticate mijloace de distrugere, importanța căii lui Budha, „calea sufletului“, n-ar putea fi supralicitată.

Prezenta ediție a fost actualizată prin includerea celor mai recente rezultate din fizica subatomică. Am modificat anumite pasaje și am adăugat un capitol final intitulat Noua fizică revizuită, în care sunt expuse în detaliu ideile cele mai importante desprinse din ultimele cercetări. A fost îmbucurător pentru mine să constat că nici una nu invalidează afirmațiile mele de acum 7 ani. Și, de fapt, multe din aceste rezultate erau anticipate în ediția originală. Toate acestea au confirmat convingerea care m-a determinat să scriu cartea și anume că temele care orchestrează studiul meu comparativ vor fi mai curând reluate decât invalidate în cercetările viitoare.

Mai mult, tezele mele sunt confirmate și accentuate, deoarece paralela cu mistica orientală nu apare doar în fizică, ci și în biologie, psihologie și în alte științe. Studiind relația fizicii cu alte științe, am constatat că teoria sistemelor oferă cadrul care permite extinderea conceptelor specifice fizicii la alte domenii. Explorarea conceptelor teoriei sistemelor aplicată în medicină, biologie, psihologie și în științele sociale, explorare pe care am încercat-o în cartea mea, La Răscruce, mi-a

demonstrat că această abordare evidențiază în mod deosebit conexiunea dintre fizica modernă și mistica orientală. În plus, instrumentul pe care teoria sistemelor îl oferă studiilor biologice și psihologice permite stabilirea altor relații cu gândirea mistică, ce nu mai au legătură cu fizica. Acelea abordate în cea de-a doua lucrare a mea se referă la liber arbitru, viață și moarte, natura vieții, mental, conștiință și evoluție. Armonia dintre aceste concepte, așa cum este ea exprimată în limbajul teoriei sistemelor, constituie dovada că filosofia tradiției mistice sau „filosofia perenă” reprezintă cadrul epistemologic cel mai adecvat pentru teoriile științifice moderne.

Fritjof Capra

Berkeley, iunie 1982



calea fizicii



1

fizica modernă - calea sufletului?

*O cale nu este decât o cale și nu este un
afront nici față de tine, nici față de alții să o
părăsești dacă inima ta îți cere să o faci... Privește
fiecare cale de aproape și în mod deliberat încearcă-
o ori de câte ori crezi că este necesar. Apoi
întreabă-te pe tine, dar numai pe tine însuși...are
această cale un suflet? Dacă răspunsul este
afirmativ, atunci calea este bună; dacă este negativ,
atunci ea este inutilă.*

Carlos Castaneda. Învățăturile lui Don Juan

Fizica modernă a avut o influență profundă asupra cvasitotalității aspectelor societății-umane. Ea a devenit baza științelor naturii, iar combinația dintre știință și tehnică a modificat fundamental condițiile de viață pe planeta noastră atât în sens benefic, cât și în sens distructiv. Astăzi se poate cu greu vorbi despre o industrie care să nu facă uz de rezultatele cercetărilor din fizica atomică, iar influența pe care aceasta a avut-o asupra structurii politice a lumii prin intermediul armei atomice este binecunoscută. Dar influența fizicii moderne merge dincolo de tehnologie. Ea se extinde asupra gândirii și culturii conducând la o revizuire a concepției noastre despre Univers și despre legătura noastră cu el. Explorarea lumii atomice și subatomice în secolul al XX-lea a relevat limitări neașteptate ale ideilor noastre și a necesitat o revizuire radicală a multora dintre conceptele fundamentale. Pentru exemplificare, conceptul

de materie în fizica subatomică este total diferit de conceptul tradițional de materie din fizica clasică. Observația este valabilă și pentru concepte ca spațiu, timp, cauză și efect. Acestea au o importanță esențială în concepția noastră despre lume și odată cu transformarea lor radicală, întreaga noastră vizlune asupra lumii înconjurătoare a început să se schimbe.

Aceste schimbări produse de fizica modernă au fost comentate pe larg de fizicieni și filosofi în ultimele decenii, dar foarte rar s-a făcut observația că ele par să conducă într-o direcție și spre o viziune extrem de apropiate concepției mistice orientale. Conceptele fizicii moderne demonstrează adesea existența unui paralelism surprinzător cu ideile exprimate de filosofii religioase din Orientul Îndepărtat. Deși acest paralelism nu a fost încă analizat pe larg, el a fost pus în evidență de câțiva dintre marii fizicieni ai secolului atunci când, în timpul turneelor de conferințe în India, China și Japonia, au venit în contact cu culturile orientale. Următoarele trei citate servesc ca exemple în acest sens:

Noțiunile generale despre cunoaștere... ilustrate prin descoperirile din fizica atomică nu ne sunt complet necunoscute sau noi. Ele au un trecut chiar în cultura noastră, iar în filosofii hinduistă și budistă un rol mai important și un loc central. Ceea ce vom descoperi noi nu va fi decât o exemplificare, o încurajare și o rafinare a vechii înțelepciuni.¹

(Julius Robert Oppenheimer)

Pentru a trasa o paralelă la lecția teoriei atomice trebuie să ne întoarcem la acele probleme epistemologice cu care gânditori ca Budha și Lao Tse se confruntaseră în încercarea de a armoniza poziția noastră de actori-spectatori în marea dramă a existenței.²

(Niels Bohr)

Cea mai importantă contribuție la fizica teoretică venită din Japonia după al doilea război

*mondial stă în indicarea unei anumite relații între ideile filosofice ale Orientului îndepărtat și substanța filosofică a teoriei cuantice.*³

(Werner Heisenberg)

Scopul acestei cărți constă în explorarea relațiilor dintre concepțiile fizicii moderne și ideile fundamentale ale tradițiilor filosofice și religioase din Extremul Orient. Vom vedea cum cele două fundamente ale fizicii secolului al XX-lea, teoria cuantică și teoria relativității, ne obligă să privim lumea într-o manieră foarte apropiată de aceea a hindușilor, budiștilor și taoiștilor și cum similitudinile acestea devin și mai pronunțate când se analizează încercările recente de a combina cele două teorii pentru a putea descrie fenomenele din lumea submicroscopică, proprietățile și interacțiile particulelor subatomice din care se constituie materia. În acest domeniu paralelele între fizica modernă și mistica orientală au un impact și mai puternic și, vom întâlni adesea afirmații pe care nu vom ști cu să le atribuim – fizicienilor sau misticilor orientali.

Când mă refer la „mistica orientală” mă refer la filosofii religioase ale hinduismului, budismului și taoismului. Deși acestea comprimă un număr mare de discipline spirituale subtil corelate, caracteristicile de bază ale viziunilor lor asupra lumii sunt aceleași. Concepția în discuție nu se limitează la culturile orientale, ea se regăsește într-o anumită măsură în toate filosofii mistice. De aceea, argumentația acestei cărți ar putea fi desemnată mai general spunând că fizica modernă ne conduce spre o concepție despre lume care este foarte apropiată de viziunile misticilor tuturor timpurilor și tradițiilor. Tradiția mistică este prezentă în toate religiile și elemente mistice pot fi găsite la multe din școlile filosofice occidentale. Asemănări cu fizică modernă nu apar numai în *Vedele hinduiste*, în *I Ching* sau în *Sutrela* budiste, ci și în scrierile lui Heraclit, în *Sufismul* lui Ibn Arabi sau în învățăturile vrăjitorului *yaqui* Don Juan. Diferența dintre mistica orientală și cea occidentală constă în faptul că școlile mistice au jucat întotdeauna un rol marginal în Vest, în timp ce în Est ele au constituit curentul religios și filosofic

principal. De aceea, în continuare mă voi referi pentru simplitate la „viziunea orientală asupra lumii” și numai ocazional voi menționa alte surse.

Dacă fizica de astăzi determină un mod esențialmente mistic de a concepe lumea, ea nu face decât să se întoarcă, într-un fel, în urmă cu 2500 de ani. Este interesant de urmărit evoluția în spirală a științei occidentale, începând de la filosofia mistică a grecilor, crescând și afirmându-se prin dezvoltarea tehnicii raționamentului și depărtându-se astfel tot mai mult de originile sale mistice pentru a elabora o concepție asupra lumii ce contrastează puternic cu aceea a Orientului Îndepărtat. În stadiul său actual, știința Occidentului depășește însă această concepție și se întoarce la cele ale vechilor greci și ale filosofilor orientale. De această dată, însă, nu se mai bazează doar pe intuiție, ci și pe experimente sofisticate și de înaltă precizie, pe un formalism matematic riguros și bine încheiat.

Originile fizicii, ca ale tuturor științelor Occidentului, se află în prima perioadă a filosofiei grecilor – secolul al VI-lea î.Hr. – într-o cultură în care știința, filosofia și religia nu erau separate. Filosofi aparținând școlii din Milet nu operau asemenea distincții. Scopul lor era să găsească esența sau adevărul tuturor lucrurilor, pe care îl numeau *physis*. Din acest cuvânt grecesc derivă termenul „fizică” și la început el desemna efortul de căutare a esenței lucrurilor.

Dar acesta este în același timp țelul suprem al tuturor misticilor și filosofia școlii din Milet avea un pronunțat caracter mistic. Adepții ei aveau să fie numiți de către urmași „hilozoii” sau „cei care cred că natura este însuflețită” pentru că nu făceau distincție între ceea ce este însuflețit și ceea ce nu este însuflețit, între spirit și materie. Nici nu desemnau materia printr-un termen specific, căci vedeau în toate formele de existență manifestări ale *physis*-ului datorite cu viață și spiritualitate. Astfel, Thales declara că toate lucrurile sunt îndumnezeite, iar Anaximandru vedea Universul ca pe un organism animat de „pneuma”, respirația cosmică, așa după cum organismul uman este menținut în viață prin respirația aerului.

Concepția monadică și organică a filosofilor școlii din Milet era foarte apropiată de aceea datorată filosofiei indiene și chineze antice; asemănările care ies la iveală când se compară viziunile misticilor orientali cu concepția filosofică a lui Heraclit din Efes sunt și mai puternice. Heraclit credea într-o schimbare perpetuă a lumii, într-o „devenire” eternă. Pentru el existența statică este iluzie iar principiul universal este focul, un simbol pentru curgerea continuă și permanenta schimbare a lumii. Heraclit consideră că toate aceste schimbări își au izvor în jocul dinamic, ciclic al contrariilor care formează o unitate. Această entitate unică, ce conține și transcende forțele contrare, el o numește Logos.

Divizarea acestei unități a început cu școala eleată care a statuat un Principiu Divin aflat deasupra tuturor zeilor și oamenilor. La început acest principiu a fost identificat cu unitatea Universului, dar mai târziu a fost privit ca o zeitate definită și inteligentă care conduce lumea. Așa a luat naștere un curent filosofic care a condus în cele din urmă la separarea spiritului de materie, la dihotomia devenită caracteristică gândirii occidentale.

Un pas important în această direcție a fost făcut de Parmenide a cărui concepție se află în opoziție cu concepția lui Heraclit. Principiul său de bază, *Ființa*, este unic și indivizibil. El consideră transformarea imposibilă și susține că schimbările pe care le percepem nu sunt decât iluzii datorate simțurilor. Conceptul său de substanță indestructibilă condensată în forme cu proprietăți diferite a devenit unul din conceptele fundamentale ale gândirii occidentale.

În secolul al V-lea î.Hr. filosofii greci au încercat să depășească contradicția dintre viziunile lui Parmenide și Heraclit. În dorința de a concilia Ființa imuabilă a lui Parmenide cu Eterna Devenire a lui Heraclit, ei au admis că Ființa se manifestă în forme imuabile ale căror combinație și separare generează transformarea. Aceasta a condus la conceptul de atom ca unitate indivizibilă a materiei, concept care și-a găsit expresia cea mai clară în filosofia lui Leucip și Democrit. Filosofii atomiști greci delimitează ferm spiritul de materie și consideră că materia este formată din atomi – cele

mai mici „cărămizi” constitutive. Atomii sunt particule complet pasive care se deplasează în vid. Cauza mișcării lor nu este explicată, dar este adesea asociată unor forțe externe de origine spirituală, fundamental diferită de materie. În secolele următoare această imagine a devenit elementul esențial al gândirii occidentale, al dihotomiei spirit-materie, corp-suflet.

Pe măsură ce se prefigura ideea divizării spirit-materie, filosofii și-au concentrat atenția mai curând asupra spiritului decât asupra materiei, asupra sufletului și problemelor eticii. Acestea sunt problemele care au preocupat filosofia Occidentului timp de peste două mii de ani după epoca de maximă înflorire a culturii antice grecești (secolele al V-lea și al IV-lea î.Hr.). Sistemul filosofic antic a fost sintetizat de Aristotel, care a creat sistemul ce va constitui cadrul concepției occidentale asupra lumii pentru mai mult de două milenii. Dar Aristotel însuși considera că problematica ce privește spiritul și contemplarea perfecțiunii divine este mult mai importantă decât investigarea lumii materiale. Motivul care a făcut ca modelul aristotelic al Universului să rămână neschimbat atâta timp rezidă chiar în această lipsă de interes față de lumea materială și în adeziunea Bisericii Creștine care a susținut doctrina aristoteliană de-a lungul Evului Mediu.

Progresul științei occidentale a trebuit să aștepte până în epoca Renașterii când oamenii au început să se elibereze de influența lui Aristotel și a Bisericii și să își exprime interesul față de natură. În a doua jumătate a secolului al XV-lea studiul naturii a fost abordat pentru prima oară în mod științific și ideile speculative au început să fie verificate prin experiență. Cum paralel creștea și interesul față de matematică, s-a ajuns în final la formularea unor teorii științifice riguroase bazate pe experiment și exprimate în limbaj matematic. Galileo Galilei a fost primul care a combinat cunoașterea empirică cu matematica și, de aceea, este considerat părintele științei moderne.

Nașterea științei moderne a fost precedată și însoțită de o dezvoltare a gândirii filosofice care a condus la formularea dualismului extrem spirit-materie. Ea a apărut în

secolul al XVII-lea în filosofia lui Rene Descartes, a cărui concepție despre Univers se bazează pe absoluta divizare în două lumi independente: aceea a spiritului (*res cogitans*) și aceea a materiei (*res extensa*). Diviziunea carteziană a permis oamenilor de știință să trateze materia ca fiind „moartă” și complet separată de observator și să privească lumea materială ca pe o mulțime de obiecte diferite asamblate pentru a forma o mașinărie imensă. Concepția mecanicistă care constituie fundamentul fizicii clasice a fost elaborată și susținută de Newton. Începând din a doua jumătate a secolului al XVII-lea și până la sfârșitul secolului al XIX-lea, modelul newtonian a dominat gândirea științifică: în paralel, imaginea unui Dumnezeu omnipotent care impune legea sa divină. Legile fundamentale ale naturii căutate de oamenii de știință erau acceptate ca legi ale lui Dumnezeu, invariabile și eterne, cărora lumea li se supune.

Filosofia lui Descartes nu a constituit numai suportul pentru dezvoltarea fizicii clasice, ci a avut și o influență uriașă asupra gândirii occidentale până în epoca modernă. Dictonul *Cogito ergo sum* – „Gândesc, deci exist” (Descartes) i-a determinat pe occidentali să identifice ființa cu rațiunea, în loc să o identifice cu întregul organic. Consecință a diviziunii carteziene, cei mai mulți indivizi se consideră eu-uri izolate în propriile lor trupuri. Spiritul este separat de corp și are sarcina de a-l controla; astfel ia naștere conflictul aparent dintre voință și instinct, dintre voluntar și involuntar. Individul este descompus într-un număr de compartimente responsabile de talent, sentimente, credință, rațiune etc. și angajate în nesfârșite conflicte care generează confuzie și frustrare.

Această fragmentare interioară oglindește viziunea noastră asupra lumii „exterioare”, o lume văzută de noi ca o multitudine de obiecte și fenomene separate. Mediul natural este compus din părți separate pe care le exploatează diverse grupuri de interese. Convingerea că toate aceste fracțiuni care ne alcătuiesc pe noi înșine, mediul înconjurător și societatea, sunt perfect independente, se află la originea crizei sociale, ecologice și culturale. Ea ne-a îndepărtat de natură și de noi înșine; a produs o repartiție înjustă a

resurselor naturale, conducând la dezordini economice și politice, la creșterea violenței, poluarea mediului—cadru în care viața a devenit fizic și psihic nesănătoasă.

Astfel, diviziunea carteziană și viziunea mecanicistă au făcut deopotrivă servicii și deservicii. Ele au avut succes deplin în dezvoltarea fizicii și tehnologiei clasice, dar și multe consecințe dăunătoare pentru civilizația noastră. Fascinant cum știința secolului al XX-lea, care își are rădăcinile în separarea carteziană și în modelul mecanicist și a cărei dezvoltare a fost posibilă tocmai datorită acestor concepții, depășește acum această fragmentare și se întoarce la ideea de unitate exprimată demult în filosofia grecească și în mistica orientală.

Prin contrast cu viziunea occidentală mecanicistă, concepția orientală este „organică”. Pentru misticii Orientului, toate lucrurile și toate evenimentele percepute de simțuri sunt intercorelate și nu există, de fapt, decât manifestări, aspecte diferite ale aceleiași realități ultime. Tendința noastră de a fragmenta lumea perceptibilă și de a ne gândi pe noi înșine ca ego-uri izolate în această lume este considerată o iluzie născută de mentalul nostru mereu înclinat spre evaluare și clasificare. Filosofia budistă o numește *avidya* (ignoranță) și consideră că ea este o stare de perturbare a mentalului, stare ce trebuie depășită:

*Perturbarea mentalului produce multiplicitate,
pacea sufletului readuce unitatea.*⁴

Deși între numeroasele școli mistice orientale există diferențe în privința unor detalii, toate sunt de acord asupra ideii de unitate a lumii, idee fundamentală pentru învățăturile lor. Țelul suprem al tuturor adepților – fie că sunt hinduiști, budiști sau taoiști – este de a ajunge la conștiința unității și a interdependențelor dintre fenomene, de a transcende conceptul de eu separat și de a se identifica cu realitatea ultimă. Faza supremă a acestei conștiințe – cunoscută ca „iluminare” – nu se constituie într-un simplu act intelectual, ci reprezintă o experiență în care este implicată întreaga ființă, o experiență esențialmente religioasă. De aceea, filosofia orientală este în cea mai mare măsură o filosofie mistică.

Din punctul de vedere al orientalului diviziunea realității în obiecte separate nu are caracter fundamental, toate fragmentele acestei realități aflându-se într-o continuă și „fluidă” transformare. Lumea, în viziunea Orientului, este intrinsec dinamică, trăsăturile ei fiind timpul și transformarea. Cosmosul este o realitate unică, inseparabilă, în mișcare veșnică, o realitate vie, organică, spirituală și materială în același timp.

Cum mișcarea și transformarea sunt proprietăți fundamentale ale fenomenelor, forțele care produc mișcarea nu se află în afara acestora, ca la filosofi clasici greci, ci reprezintă aspecte intrinseci materiei. Tot astfel, imaginea despre Divinitate a orientului nu este aceea a unui rege care conduce lumea de undeva de deasupra ei, ci a unui principiu care controlează totul dinlăuntru:

*Cel care, locuind în toate lucrurile
Este altul decât lucrurile,
Pe care lucrurile nu-l știu,
Căruia ele îi sunt trup,
Care rânduiește dinlăuntru lucrurilor,
Acesta este sinele tău, rânduitorul lăuntric,
Nemuritorul.⁵*

Capitolele următoare vor arăta că elementele de bază ale modului oriental de a concepe lumea sunt în același timp și elementele de bază ale viziunii pe care o configurează fizica modernă. Ele vor să arate că gândirea orientală și, mai general, abordarea mistică, oferă un fundament solid și relevant din punct de vedere filosofic teoriilor științifice contemporane; o concepție despre lume în care descoperirile științifice se pot afla în perfectă armonie cu idealul de spiritualitate și credințele religioase. Coordonatele principale ale acestei concepții sunt unitatea și intercorelarea fenomenelor și natura esențialmente dinamică a Universului. Cu cât pătrundem mai adânc în lumea submicroscopică, cu atât mai clar devine faptul că fizicienii, ca și misticii din Orient, au ajuns să vadă lumea ca un sistem de componente inseparabile, în continuă interacție și mișcare, observatorul făcând parte integrantă din acest sistem.

Concepția organică, „ecologică“, desprinsă din filosofia orientală este, fără îndoială, motivul care a făcut ca această filosofie să capete o imensă popularitate în Vest, mai ales în rândul tinerilor. Mulți văd în cultura occidentală încă dominată de modelul mecanicist, fragmentar, cauza alienării individului și astfel, mulți s-au îndreptat spre căile de eliberare oferite de mistica orientală. Este interesant și, probabil, deloc surprinzător, faptul că cei atrași de mistica orientală, cei care consultă *I Ching* și practică yoga sau alte forme de meditație, au în general o atitudine puternic anti-științifică. Ei sunt tentați să vadă știința în general și fizica, în particular, ca pe o disciplină limitată, care împiedică dezvoltarea imaginației și este responsabilă de tot răul produs de tehnologia modernă.

Această carte își propune să amelioreze imaginea științei demonstrând că există o perfectă armonie între înțelepciunea Orientului și știința Occidentului. Ea dorește să arate cititorului că fizica modernă merge dincolo de tehnologie, că drumul său – sau *Taofizica* – poate fi un drum spiritual, o cale spre cunoaștere și spre împlinire.

2

a cunoaște, a vedea

*Din Neființă poartă-mi pașii spre Ființă,
Din beznă poartă-mi pașii spre lumină,
Din moarte poartă-mi pașii spre nemurire!*

(Brihad-Aranyaka Upanishad)

Înainte de a începe să explorăm paralelele dintre fizica modernă și mistica orientală va trebui să răspundem la întrebarea: cum se poate compara o știință exactă exprimată în limbajul sofisticat al matematicii de astăzi cu disciplinele spirituale care se bazează în special pe meditație și care insistă asupra faptului că experiența lor nu poate fi comunicată verbal?

Ceea ce vrem să comparăm sunt afirmațiile făcute de oamenii de știință și de filosofilii mistici în legătură cu modurile lor specifice de a cunoaște lumea. Pentru a stabili cadrul acestei comparații este necesar să ne întrebăm mai întâi la ce fel de „cunoaștere” ne referim; oare călugărul budist din Angkor Wat sau Kyoto se gândește la același lucru când vorbește despre „cunoaștere” ca și fizicianul de la Oxford sau Berkeley? În al doilea rând, ce fel de afirmații vom compara? Ce anume vom selecta din multitudinea de date experimentale, ecuații și teorii, pe de o parte și din scrierile religioase, miturile antice și tratatele filosofice, pe de altă parte? Acest capitol își propune să clarifice două probleme: natura cunoașterii și limbajul în care ea este exprimată.

De-a lungul timpului s-a statuat faptul că mentalul uman este capabil de a realiza două forme de cunoaștere desemnate prin tradiție drept cunoaștere rațională și cunoaștere intuitivă și care au fost asociate cu știința, respectiv religia. În Vest cunoașterea intuitivă, religioasă este adesea desconsiderată în favoarea cunoașterii raționale, științifice, în timp ce în Orient atitudinea este, în general, opusă. Următoarele două afirmații făcute de două personalități din Vest și din Orient sunt emblematice pentru atitudinile respective. Filosofului grec Socrate i se datorează celebra maximă „Știi că nu știu nimic“, iar chinezului Lao Tse nu mai puțin celebra „A ști să nu știi este cel mai bine“. În Orient importanța acordată celor două forme de cunoaștere reiese din numele care li s-au dat. În *Upanishade*, de exemplu, se vorbește despre o cunoaștere superioară și o cunoaștere inferioară și se asociază cunoașterea inferioară cu diversele științe, iar cea superioară conștiinței religioase. Budiștii vorbesc despre cunoaștere absolută și relativă sau despre „adevăr condițional“ și „adevăr absolut“. Pe de altă parte, filosofia chineză accentuează complementaritatea intuiție-rațiune și o reprezintă prin perechea arhetipală *yin-yang* care se află la baza sistemului filosofic chinez. Au luat astfel naștere curente filosofice complementare – taoismul și confucianismul – care au abordat fiecare câte una din cele două căi de cunoaștere.

Cunoașterea rațională derivă din experiență, din percepția obiectelor și fenomenelor care formează mediul înconjurător. Ea aparține zonei intelectului ale cărei funcții sunt discriminarea, divizarea, compararea, evaluarea și clasificarea. Astfel, se creează o lume a distincțiilor, a contrariilor care nu pot exista decât una în relație cu alta; de aceea, budiștii numesc această cunoaștere „relativă“.

Capacitatea de a abstractiza este o trăsătură fundamentală a acestei forme de cunoaștere, deoarece compararea și clasificarea unei varietăți imense de forme, structuri și fenomene implică necesitatea de a selecta doar proprietățile semnificative. Noi construim astfel o hartă a realității în care lucrurile sunt reduse la calitățile lor remarcabile. Cunoașterea rațională se constituie, deci, într-un

sistem de concepte abstracte și simboluri caracterizate printr-o structură liniară, secvențială, tipică pentru modul nostru de a gândi și pentru limbajul nostru. În aproape toate limbile, această structură liniară devine explicită prin utilizarea alfabetului care permite comunicarea experiențelor noastre în forma unor lungi șiruri de litere.

Dar natura este infinită și variată, un spațiu multi-dimensional în care nu există linii drepte și nici forme perfect regulate, în care fenomenele nu se petrec secvențial; o lume în care – după cum ne spune fizica modernă – până și vidul este curbat. Este evident că sistemul nostru abstract de gândire conceptuală nu va putea niciodată să descrie sau să înțeleagă complet realitatea. Când gândim despre lume ne confruntăm cu aceeași problemă cu care se confruntă cartograful care încearcă să acopere suprafața Pământului cu o serie de hărți plane. Nu ne putem aștepta decât la o reprezentare aproximativă a realității printr-o asemenea procedură, de aceea cunoașterea rațională este limitată.

Zona cunoașterii raționale este, așadar, zona științei care măsoară și cuantifică, analizează și clasifică. Limitările unei asemenea forme de cunoaștere au devenit evidente în zilele noastre, în special în fizica modernă care ne-a învățat, prin cuvintele lui Werner Heisenberg, că „orice noțiune sau concept, oricât de clare ar fi, au numai un domeniu limitat de aplicabilitate”¹

Pentru cei mai mulți dintre noi este dificil să fim permanent conștienți de limitările și relativitatea cunoașterii conceptuale. Datorită faptului că ne este mult mai ușor să cuprindem cu mintea reprezentarea realității decât realitatea însăși, tindem să le confundăm pe acestea două și să luăm conceptele și simbolurile noastre drept realitate. Unul dintre telurile principale ale misticii orientale este acela de a elimina această confuzie. Budiștii Zen spun că degetul este necesar că să arate spre lună, dar odată luna găsită nu trebuie să ne mai sinchisim de deget; înțeleptul taoist Chuang Tse spune:

Ca să prinzi pește ai nevoie de plasă; dar odată prins peștele, plasele sunt uitate; ca să prinzi iepuri trebuie să întinzi capcane; dar odată

*prinși iepurii, capcanele sunt uitate. Este nevoie de cuvinte ca să exprimi ideile, dar odată ideile înțelese, trebuie să uiți cuvintele.*²

În Occident, semiologul Alfred Korzybski a exprimat aceeași idee prin enunțul devenit celebru „Harta nu este totuna cu teritoriul.”

Misticii orientali sunt preocupați de experiența directă a realității, care transcende atât intelectul, cât și percepția senzorială. În cuvintele *Upanishadelor*,

Ceea ce este neuzit, de neatins, fără formă și netrecător,

Fără gust, neschimbător, fără miros,

Fără început și fără sfârșit, deasupra a toate –

*Percepându-L, nu mai ești supus morții.*³

Cunoașterea provenită din această experiență este numită de către budiști „cunoaștere absolută” pentru că nu are la bază discriminări, abstracții, clasificări – relative și aproximative, după cum am văzut deja. Ea este – așa ne spun budiștii – experiența directă a celui „ceva” nediferențiat, nedivizat și nedeterminat. Înțelegerea totală a acestui „ceva” nu constituie doar miezul doctrinelor mistice orientale, ci este comună tuturor formelor experienței mistice.

Filosofii mistici orientali insistă în mod repetat asupra faptului că realitatea ultimă nu constituie obiect al raționamentului sau al cunoașterii bazate pe demonstrație. Ea nu poate fi descrisă în cuvinte, căci se află dincolo de limitele simțurilor și ale intelectului din care derivă cuvintele și conceptele noastre. Despre ea, *Upanishadele* ne spun:

Acolo ochiul nu vede

Mintea nu pătrunde și cuvintele nu știu s-o spună.

Nu putem ști, nu putem înțelege.

*Cum ar putea cineva să ne învețe?*⁴

Lao Tse, care numește această realitate *Tao*, face aceeași afirmație în deschiderea operei sale *Tao Te Ching*: „*Tao* care poate fi rostit nu este eternul *Tao*.” Faptul – pe care-l evidențiază parcurgerea oricăror publicații – că omeneirea nu a devenit cu mult mai înțeleaptă în ultimii două mii de ani, în ciuda dezvoltării prodigioase a cunoașterii raționale, constituie o dovadă a imposibilității de a comunica

prin intermediul limbajului, cunoașterea absolută. Căci, așa cum spune Chuang Tse, „De s-ar putea povesti, fiecare i-ar fi povestit fratelui său.”⁵

Cunoașterea absolută este, așadar, o experiență a realității în întregime non-intelectuală, experiență care se naște dintr-o stare deosebită a conștiinței, numită stare de „meditație” sau stare mistică. Că o asemenea stare este posibilă nu este un fapt certificat doar de numeroșii mistici din Orient și Occident, ci și de cercetările psihologice. William James spunea:

*Starea trează a conștiinței noastre, conștiința rațională, cum o numim, este numai una din stările conștiinței, printre altele, numeroase și diferite de aceasta.*⁶

Deși domeniul de interes al fizicienilor este constituit în principal de cunoașterea rațională, iar pentru mistici, de cunoașterea intuitivă, ambele forme de cunoaștere sunt abordate și de unii și de alții. Faptul devine evident dacă vom căuta să vedem cum este cunoscută lumea și cum este exprimată cunoașterea în fizică, pe de o parte, și în mistica orientală, pe de altă parte.

În fizică se accede la cunoaștere prin cercetarea științifică, proces care comportă trei faze. Primul stadiu constă în acumularea de date experimentale cu privire la fenomenul investigat. În stadiul al doilea, datele experimentale sunt corelate cu simboluri matematice și se elaborează o schemă matematică ce interconectează aceste simboluri în mod riguros. O asemenea schemă se numește model matematic sau, dacă este foarte complexă, teorie. Pe baza teoriei se fac adesea predicții asupra rezultatelor unor experimente viitoare, experimente ce urmează a fi efectuate spre a valida teoria. În momentul în care a elaborat un model matematic pe care știe să-l folosească pentru a face predicții, fizicianul poate fi satisfăcut. Dar dacă va dori să vorbească despre rezultatele obținute unor persoane neavizate, va trebui să formuleze un model verbal care să descrie modelul matematic. Pentru fizicianul însuși, formularea în limbaj comun a teoriei sale va constitui un criteriu pentru evaluarea gradului de înțelegere a fenomenului.

Desigur, în realitate aceste trei stadii nu sunt net separate și nu sunt abordate în mod necesar în această ordine. Un fizician poate fi condus spre un anume model de convingerile sale filosofice de care nu se va rupe, poate, nici dacă dovezile experimentale l-ar obliga să le renege. El va încerca – și aceasta se întâmplă, de fapt, chiar foarte des – să își modifice teoria astfel încât ea să reziste cu succes la noi experimente. Dar dacă în continuare experiența va contrazice modelul său, va fi nevoit să renunțe la el.

Acest mod de abordare, în care teoria are la bază experimentul, este cunoscut sub numele de metodă științifică și vom vedea că are contrapondere în filosofia orientală. Din această perspectivă, filosofia greacă a procedat diferit. Deși grecii aveau idei ingenioase despre natură, care adesea se apropie foarte mult de modelele elaborate de știința modernă, marea deosebire stă în caracterul empiric al științei, caracter cu totul străin filosofiei grecești. Grecii își elaborau modelele prin deducție, pornind de la câteva axiome și principii fundamentale și nu prin inducție, pornind de la observații. Pe de altă parte însă, este clar că raționamentul deductiv al grecilor reprezintă un instrument esențial în faza a doua a cercetării științifice, în faza de construire a modelului matematic riguros, deci are importanță deosebită în știință.

Cunoașterea rațională constituie, este drept, componenta majoră a cercetării, dar nu este totul. Ea ar fi inutilă dacă nu ar fi completată de intuiția care oferă oamenilor de știință revelații și care este răspunzătoare de creativitate. Revelațiile apar brusc și nu atunci când cercetătorul este aplecat asupra ecuațiilor la care lucrează, ci atunci când se relaxează în cadă, sau printr-o plimbare în pădure, pe plajă, etc. În cursul unor asemenea perioade de relaxare care urmează unor activități intelectuale de maximă concentrare, intuiția pare să preia sarcina intelectului, producând idei care clarifică problema și constituie deliciul muncii de cercetare.

Dar descoperirile făcute pe cale intuitivă nu au nici o valoare dacă nu pot fi formulate în limbaj matematic și însoțite de o interpretare dată în limbaj curent. Abstracțizarea este crucială. Ea presupune, după cum am arătat

anterior, un sistem de concepte și simboluri ce se constituie într-o hartă a realității. Această hartă conține numai câteva aspecte caracteristice ale realității; nu știm exact care sunt acestea, căci configurarea hărții a început să se facă gradat și fără analiză critică încă din copilărie. Termenii limbajului nostru nu sunt clar definiți. Ei comportă mai multe semnificații, multe dintre ele trecând doar vag în zona conștiinței, păstrându-se mai mult în zona subconștientului la auzul unui cuvânt.

Lipsa de precizie, caracterul ambiguu al limbajului nostru sunt extrem de adecvate poeziei, care operează cu asociațiile și terminologia percepute la nivelul subconștientului. Știința, în schimb, are nevoie de definiții clare și de asociații lipsite de ambiguitate; ea abstractizează limbajul limitând semnificația cuvintelor și standardizându-i structura în concordanță cu regulile logicii. Abstractizarea cea mai înaltă are loc în cadrul matematicii, unde cuvintele sunt înlocuite cu simboluri și unde operația de corelare a simbolurilor este definită în mod riguros. Astfel, oamenii de știință pot condensa o cantitate de informație pentru exprimarea căreia ar avea nevoie de mai multe pagini de text, într-o singură ecuație, adică într-un șir de simboluri.

Opinia că matematica n-ar fi decât un limbaj abstract și extrem de comprimat nu este unanim împărtășită. Mulți matematicieni susțin că matematica nu este numai un limbaj potrivit pentru a descrie natura, ci limbajul naturii însăși. Cel care a afirmat pentru prima dată acest lucru a fost Pitagora, în faimosul enunț „Lucrurile sunt numere”; el a dezvoltat o mistică a numerelor. Filosofia pitagoreică a introdus raționamentul în domeniul religiei, un mod de abordare pe care Bertrand Russell îl consideră decisiv pentru dezvoltarea teologiei occidentale.

Combinarea matematicii cu teologia, care a început cu Pitagora, a caracterizat filosofia religioasă în antichitatea greacă, în Evul Mediu și în epoca modernă până la Kant... La Platon, Sf. Augustin, Toma d'Aquino, Descartes, Spinoza și Leibniz există un amestec de mistică și raționament, de aspirație morală și admirație

*rațională a tot ceea ce este atemporal, amestec care vine de la Pitagora și care distinge teologia intelectualizantă a Europei de mistica pură a Asiei.*⁷

„Mistica pură a Asiei” n-ar fi adoptat, fără îndoială, concepția matematică a lui Pitagora. În viziunea orientală, matematica, cu toată structura sa bine definită, este privită ca o componentă a hărții noastre conceptuale și nu ca esență a realității înseși. Realitatea, așa cum este ea experimentată de mistic, este complet nedeterminată și nediferențiată.

Metoda științifică de abstractizare este foarte puternică și foarte eficientă, dar avem de plătit un preț pentru ea. Pe măsură ce ne definim mai precis sistemul de concepte, pe măsură ce facem conexiuni din ce în ce mai riguroase, acest sistem se îndepărtează tot mai mult de realitate. Făcând din nou apel la analogia lui Korzybski dintre hartă și teritoriu, am putea spune că datorită impreciziei și ambiguității sale intrinseci, limbajul comun este o hartă destul de flexibilă ca să poată urmări într-o oarecare măsură suprafața curbă a teritoriului. Cu cât devine mai riguros, cu atât flexibilitatea sa scade, astfel încât, cu limbajul matematic, ajungem într-un punct în care legăturile cu realitatea sunt atât de slabe, încât relația dintre simboluri și experiența noastră senzorială încetează să mai fie evidentă. De aceea apare necesitatea de a alătura modelelor matematice și teoriilor științifice interpretări verbale, făcând din nou apel la concepte înțelese în mod intuitiv, deci ambigue.

Este important să realizăm diferența dintre modelul matematic și interpretarea sa discursivă. Primul este riguros și consistent, dar este alcătuit din simboluri care nu sunt legate direct de experiența noastră. Modelul verbal este alcătuit din concepte ce pot fi înțelese intuitiv, dar a căror definiție nu este unică. Din acest punct de vedere, el nu diferă mult de modelele filosofice și, de aceea, poate fi comparat cu acestea.

Dacă există un element intuitiv în știință, atunci există și un element rațional în mistica orientală. Măsura în care sunt implicate raționamentul și logica în demersul mistic

variază foarte mult de la o școală la alta. Școala hinduistă Vedanta și cea budistă Madhyamika, de exemplu, sunt școli intelectualiste, în timp ce doctrina taoistă pune serios la îndoială logica și raționamentul. Școala Zen, desprinsă din budism, dar puternic influențată de taoism, se mândrește cu faptul că nu face apel „nici la cuvinte, nici la explicații, nici la instruire, nici la cunoaștere.” Ea se concentrează aproape în exclusivitate asupra experienței iluminării și nu dovedește decât un interes cu totul marginal față de interpretarea acestei experiențe. Un foarte cunoscut dicton Zen spune că „Îndată ce ai vorbit despre un lucru, i-ai și pierdut esența.”

Deși alte școli mistice orientale nu dovedesc aceeași atitudine extremă, experiența mistică reprezintă pentru toate elementul central. Chiar acei mistici angajați în cele mai sofisticate argumentații nu consideră niciodată intelectul drept sursă a cunoașterii, ci mai degrabă un instrument care permite analiza și interpretarea propriei experiențe mistice. Întreaga cunoaștere este bazată în mod ferm pe această experiență, ceea ce conferă tradiției orientale un pronunțat caracter empiric, subliniat întotdeauna de exponenții săi. D.T. Suzuki scria despre budism:

*Experiența personală reprezintă... fundamentul filosofiei budiste. În acest sens, budismul este radical empiric, indiferent de interpretarea la care se recurge pentru a proba semnificația iluminării.*⁸

Joseph Needham accentuează în mod repetat în cartea sa *Știință și Civilizație în China* atitudinea eminemente empirică a taoiștilor și arată că ea a făcut din această școală fundamentul filosofic al științei și tehnologiei chineze. Needham ne spune că primii taoiști „se retrăgeau în sălbăticie, în păduri și în munți pentru a medita acolo asupra Ordinii Naturale și pentru a-l observa nenumăratele forme de manifestare.”⁹ Același spirit este reflectat în versetele Zen:

*Acela care vrea să perceapă esența Budha
Trebuie să caute să afle relațiile cauzale.*¹⁰

Fundamentarea cunoașterii pe experiență în mistica orientală sugerează o apropiere de știința bazată pe

experiment. Această apropiere este accentuată de natura experienței mistice. În tradiția orientală ea este descrisă ca accesul direct la zona aflată dincolo de hotarele intelectului, care se obține mai curând contemplând decât gândind, prin auto-observație și prin observarea lumii înconjurătoare.

În taoism, ideea de observație este reflectată chiar de numele templelor, *kuan*, ceea ce înseamnă „a privi”. Așadar, adepții taoismului socoteau templele niște locuri de observație. În budismul Ch’an, versiunea chineză a doctrinei Zen, iluminarea este adesea desemnată prin „viziunea lui Tao”; acțiunea de a privi este considerată de către toate școlile budiste baza cunoașterii. Prima prescripție din *Calea cu Opt Ramuri*, metoda budistă de auto-împlinire, constă în observarea corectă, urmată de cunoașterea corectă. Despre acest aspect, D. T. Suzuki scrie:

*Observația joacă cel mai important rol în filosofia budistă, pentru că ea se află la baza cunoașterii. Cunoașterea este imposibilă fără observație. Astfel, în învățăturile lui Budha, cunoașterea și observația sunt strâns legate. Țelul ultim al filosofiei budiste este acela de a vedea realitatea așa cum este. A privi, a observa, înseamnă a trăi experiența iluminării.*¹¹

Acest pasaj ne trimite la misticul Yaqui Don Juan, care spunea „Sunt tentat să observ... căci numai prin observație poate un om avea acces la cunoaștere.”¹²

Se cuvine făcut aici un amendament. Observația despre care se vorbește în tradiția mistică nu trebuie luată în sens strict, ci într-un sens metaforic, și aceasta deoarece experiența mistică este esențialmente extrasenzorială. Când misticii orientali vorbesc despre „observație”, despre acțiunea de „a privi”, ei se referă la un gen de percepție care poate include percepția vizuală, dar care întotdeauna și în mod necesar o transcende pentru a deveni o experiență prin excelență extrasenzorială a realității. Ceea ce vor ei să sublinieze atunci când se referă la a privi, a vedea, a observa, este caracterul empiric al cunoașterii lor. Acest mod de abordare empiric trimite la știința bazată pe experiment a Occidentului și astfel ne oferă un cadru pentru comparația

noastră. Faza de experimentare în cercetarea științifică pare să corespundă abordării mistice directe specifice filosofiei Orientului, iar modelele matematice și teoriile corespund variatelor moduri de exprimare a experienței mistice.

Paralelismul dintre experimentul științific și experiența mistică ar putea să pară surprinzătoare din perspectiva naturii diferite a acestor două acte de observație. Fizicienii își realizează experimentele în echipă, cu ajutorul unei aparaturi sofisticate, în timp ce misticii realizează actul de cunoaștere numai prin introspecție, fără ajutorul vreunui aparat și în totală singurătate. Experimentele științifice pot fi repetate oricând, de oricine, în timp ce experiența mistică este rezervată câtorva adepți și numai în anumite ocazii. Dar o examinare mai atentă arată că deosebiriile dintre cele două tipuri de observație rezidă numai în modurile de abordare respective și nu în complexitatea sau în gradul de încredere pe care îl inspiră.

Oricine ar dori să repete experimente de fizică atomică efectuate de oamenii de știință ar avea nevoie de ani de studiu. Numai după aceea persoana în cauză va fi în stare să pună naturii întrebări despre un anumit fenomen și să înțeleagă răspunsul pe care-l va primi. În mod similar, experiența mistică necesită, în general, ani mulți de practică sub îndrumarea unui maestru și, ca și în cazul instruirii științifice, lungimea intervalului de timp afectat nu garantează succesul. Dacă discipolul reușește, el va fi capabil „să repete experiența”. Căci repetabilitatea experienței este esențială pentru practica mistică; este, de fapt, chiar scopul ei.

Experiența mistică, așadar, nu are un caracter irepetabil, așa cum nu are nici experimentul științific. În plus, ea nu este mai puțin sofisticată, deși complexitatea ei este de o altă natură. Complexitatea și eficiența instrumentelor fizicianului sunt surclasate de conștiința misticului – fizică și spirituală – în meditație. În concluzie, oamenii de știință și misticii au dezvoltat și unii și alții metode rafinate de observare a naturii, metode inaccesibile diletantului. O pagină dintr-o publicație de fizică modernă experimentală este la fel de stranie pentru un neinițiat ca și o mandala tibetană. Și una și cealaltă stochează experiența interogării Universului.

Deși experiența mistică profundă nu se produce, în general, fără o îndelungată pregătire, puseurile intuiției pot fi resimțite în viața de toate zilele. Ne sunt familiare situațiile în care uităm numele unei persoane sau al unui loc și nu ni-l putem aminti în ciuda celei mai intense concentrări. Ne „stă pe limbă”, dar nu-l putem rosti până ce nu renunțăm și nu ne îndreptăm atenția spre altceva; atunci brusc, ca într-o străfulgerare, ni-l amintim. Într-un asemenea proces, gândirea nu este implicată. Aici este vorba de o scurtă iluminare. Exemplul legat de brusca aducere aminte a unui nume este relevantă pentru budism, în care se afirmă că starea noastră naturală este starea budistă de iluminare pe care noi doar am uitat-o. Discipolilor budismului Zen li se cere să își amintească „chipul lor adevărat” și tocmai în această bruscă „aducere aminte” constă iluminarea.

Un alt exemplu de percepție spontană, extrasenzorială și non-intelectuală îl constituie anecdotele. În fracțiunea de secundă în care „prinzi poanta” unei anecdote experimentezi un moment de „iluminare”. Este cunoscut faptul că acest lucru se petrece spontan, nu prin „explicarea” anecdotei, deci nu în urma analizei raționale. Doar printr-o străfulgerare de intuiție se poate elibera hohotul de râs pe care anecdota urmărește să-l provoace. Situația, similară cu viziunea spirituală, contribuie la atingerea stării de iluminare odată ce există un pronunțat simț al umorului. În Zen există o mulțime de povestiri amuzante, iar în *Tao Te Ching* se arată că „de n-ai putea râde de el, Tao n-ar merita să fie socotit Tao.”¹³

În viața cotidiană, înțelegerea intuitivă a naturii lucrurilor se restrânge la câteva momente. Nu astfel se întâmplă cu misticii din Orient care experimentează perioade lungi de timp și în cele din urmă ajung la o stare permanentă de trezire a conștiinței. Obiectivul urmărit de cele mai multe școli mistice – și în același timp obiectivul central al modului de viață oriental – constă tocmai în pregătirea mentalului pentru atingerea stării de trezire a conștiinței. În India, China și Japonia s-a perfecționat de-a lungul timpului o mare varietate de tehnici, ritualuri și forme de expresie artistică, toate servind scopului propus și toate putând fi desemnate generic drept meditație – în sensul cel mai larg al noțiunii.

Toate aceste tehnici urmăresc relaxarea mentalului și deplasarea din zona rațiunii spre aceea a intuiției. În multe forme de meditație relaxarea se atinge prin concentrarea asupra unui singur aspect, de exemplu asupra respirației, asupra unei mantră sau asupra vizualizării interioare a unei mandala. Alte școli se concentrează pe efectuarea spontană, fără controlul mentalului, a unor mișcări. Aceasta este calea aleasă de yoga și de școala taoistă *T'ai Chi Ch'uan*. Mișcările ritmice și lente aduc cu ele o stare de pace, de seninătate, caracteristică formelor statice de meditație; o stare pe care o poate provoca și practicarea unor sporturi. Pentru mine, schiul a reprezentat o formă de meditație care mi-a oferit mari satisfacții.

Arta orientală este tot o formă de meditație, dar modalitățile de auto-realizare prin trezirea conștiinței sunt mult mai numeroase decât formele de expresie artistică. Muzica indiană nu se învață descifrând partituri, ci ascultându-l pe maestru și ajungând astfel la o anumită stare muzicală, așa cum ritualul *T'ai Chi* nu este predat, ci se deprinde în urma unor îndelungi repetări ale mișcărilor efectuate de maestru. Ceremonia japoneză a ceaiului constă dintr-un șir de solemne gesturi rituale. Caligrafia chineză cere spontaneitate, lipsă de inhibiție în mișcarea mâinii. Toate acestea contribuie la instalarea stării de meditație.

Pentru cei mai mulți oameni și, în special, pentru intelectuali, o asemenea stare a conștiinței constituie o experiență cu totul nouă. Oamenilor de știință le este familiară abordarea intuitivă, căci fiecare nouă descoperire își are rădăcinile într-o asemenea idee inexprimabilă în cuvinte. Dar acestea sunt momentane și apar doar atunci când mintea este saturată de informație. Meditația presupune golirea de gânduri, de noțiuni și concepte și deplasarea în zona intuiției. Despre acest contrast între starea de meditație și starea de reflecție, Lao Tse spunea:

*Celui ce caută să învețe –
dorințele-i sporesc zi de zi,
celui ce-l caută pe Tao –
dorințele-i descresc zi de zi.*¹⁴

Când mentalul rațional este relaxat, intuiția produce o extraordinară trezire a conștiinței; realitatea este percepută direct, nefiltrată de gândirea conceptuală. În exprimarea lui Zhuang Tse, „Conștiința înțeleptului este oglinda cerului și a pământului; ea cuprinde toate lucrurile.”¹⁵ Experiență sinelui în contextul universal este caracteristica stării de meditație. Este o stare a conștiinței în care orice fragmentare a încetat, dizolvându-se în unicitate și nediferențiere.

Mentalul aflat în meditație profundă este în stare de alertă. Pe lângă percepția non-senzorială, ea cuprinde toate sunetele, imaginile și toate impresiile oferite de spațiul înconjurător, dar fără a le analiza sau interpreta. Acestora nu li se permite să distragă atenția subiectului angajat în meditație. Este o stare asemănătoare aceleia a războinicului care așteaptă atacul și care percepe orice mișcare în jurul său fără ca acestea să-i distragă atenția. Maestrul Zen Yasutani Roshi face apel la următoarea imagine pentru a descrie *shikan-taza*, practica meditației Zen:

*Shikan-taza este cea mai intensă stare de trezire a conștiinței, netensionată, dar cu siguranță, nu de indolență. Este starea cuiva care privește moartea în față. Să presupunem că sunteți angajați într-un duel cu sabia, ca acele dueluri care aveau loc în vechea Japonie. Întâmpinându-ți inamicul, ești permanent pregătit, gata de ripostă. Dacă ți-ai slăbi atenția fie și pentru o clipă, ai fi ucis. Alături, mulțimea urmărește lupta. O poți vedea cu coada ochiului, căci nu ești orb, o poți auzi, căci nu ești surd. Dar nici o fracțiune de secundă atenția ta nu este distrasă de aceste impresii.*¹⁶

Iată de ce imaginea războinicului joacă un rol atât de important în viața spirituală și culturală a Orientului. Fundalul celei mai celebre scrieri religioase indiene, Bhagavad Gita, îl constituie un câmp de bătălie, iar artele marțiale reprezintă o componentă importantă a tradiției chineze și japoneze. În Japonia, influența profundă a doctrinei Zen asupra instituției samurailor a produs *bushido*, „calea războinicului”, arta

luptei cu sabia, în cadrul căreia spiritualitatea spadasiului atinge perfecțiunea. *T'ai Chi Ch'uan*, cea mai cunoscută dintre artele marțiale chineze, combină într-un stil unic mișcări lente și ritmice, care par desprinse din tehnica yoga, cu starea de alertă a mentalului.

Metoda mistică presupune accesul direct la realitate, în timp ce fizica se bazează pe cercetarea fenomenelor naturii prin intermediul experimentelor științifice. Și într-un caz și în altul, observațiile primesc interpretări, iar aceste interpretări sunt comunicate în limbaj comun. Dar cuvintele alcătuiesc o hartă abstractă, aproximativă a realității și atunci interpretarea unui experiment științific sau a unei experiențe mistice este prin definiție incompletă. Atât fizicienii, cât și filosofi mistici din Orient sunt pe deplin conștienți de acest lucru.

În știință este crucială conștiința faptului că modelele și teoriile au caracter aproximativ. În acest sens Einstein scria: „Atâta timp cât legile matematicii descriu realitatea, ele nu sunt exacte; dacă sunt exacte, atunci nu descriu fenomene reale.” Fizicienii știu că metodele lor de analiză și raționamentul logic sunt insuficiente pentru a putea cuprinde fenomenele naturale în toată complexitatea lor și, de aceea, ei izolează un grup de fenomene și caută să construiască un model care să descrie acest grup. Dar procedând așa se neglijează alte fenomene, iar modelul elaborat nu va descrie complet realitatea. Este posibil ca fenomenele neincluse în model să aibă un efect neglijabil sau să nu fie cunoscute în momentul elaborării modelului.

Pentru ilustrare ne vom referi la una din cele mai cunoscute teorii din fizică, și anume la mecanica „clasică”, newtoniană. Aceasta nu ia în considerare forțele de frecare, deoarece au o influență redusă. Dar în ciuda omisiunilor sale, mecanica newtoniană a fost considerată un timp foarte îndelungat teoria care descrie complet și perfect fenomenele naturale, și asta până când au fost descoperite electricitatea și magnetismul. Descoperirea acestora a demonstrat că modelul newtonian era incomplet și că era aplicabil unui singur tip de fenomene – anume, mișcările corpurilor solide.

Studierea unui grup limitat de fenomene poate însemna și studierea proprietăților sale într-un domeniu limitat, ceea ce constituie o altă sursă de restrângere a domeniului de valabilitate. Acest aspect al aproximației este foarte subtil, căci nu știm niciodată dinainte unde se află limitele teoriei. Numai experiența ne poate lămuri; știința secolului al XX-lea a restrâns și mai mult domeniul de aplicabilitate al mecanicii clasice. Astăzi știm că modelul newtonian este valabil numai pentru obiecte constituite dintr-un număr foarte mare de atomi și pentru viteze de deplasare mici în comparație cu viteza luminii. Dacă prima condiție nu este îndeplinită, mecanica clasică trebuie înlocuită cu mecanica cuantică; dacă cea de-a doua condiție nu este îndeplinită, mecanica clasică trebuie înlocuită cu teoria relativității. Aceasta nu înseamnă că teoria clasică ar fi „greșită”, sau că mecanica cuantică și teoria relativității ar fi „corecte”. Toate acestea sunt modele aplicabile numai anumitor domenii limitate ale realității. Dincolo de aceste domenii ele nu mai dau o descriere satisfăcătoare a realității și este necesar să se găsească altele care să le înlocuiască – sau, mai corect, să le extindă domeniul de valabilitate, îmbunătățind aproximația.

Stabilirea limitelor unui model dat este de multe ori una din cele mai dificile, dar și una din cele mai importante sarcini în procesul elaborării modelului. Geoffrey Chew, a cărui teorie „bootstrap” o vom discuta pe larg în cadrul acestei lucrări, arată că este esențial ca, după ce s-a dovedit valabilitatea unui model științific, să ne întrebăm: de ce este bun?, care-i sunt limitele?, în ce constă aproximația? Acestea sunt întrebările care, după părerea lui Chew, reprezintă primii pași în dezvoltarea viitoare a teoriei.

Și misticii orientali sunt conștienți de faptul că descrierile verbale ale realității sunt incomplete și aproximative. Experiența directă transcende zona intelectului și a limbajului; cum mistica se bazează pe experiență, tot ceea ce s-ar putea exprima în cuvinte nu este decât parțial adevărat. Caracterul aproximativ al enunțurilor în fizică este cuantificat, iar progresul constă în îmbunătățirea graduală a

aproximației. Dar cum rezolvă tradiția Orientului problema comunicării verbale?

Mai întâi de toate, misticii sunt interesați în principal de trăirea experienței realității și nu de descrierea acestei experiențe. De aceea, ei nu sunt interesați să analizeze o asemenea descriere și conceptul de aproximație corect definită nu are sens pentru ei. Dar și ei se confruntă cu limitările limbajului atunci când vor să-și comunice experiențele. Pentru rezolvarea acestei probleme s-au găsit mai multe căi.

Mistica indiană, și mai cu seamă hinduismul, își îmbracă ideile în veșmintele mitului, făcând uz de metafore, simboluri, imagini poetice, comparații și alegorii. Limbajul mitic este mult mai puțin afectat de logică și de simț comun. El abundă în fantastic, paradoxal, este bogat în sugestii, dar niciodată precis, și astfel poate exprima experiența mistică mult mai bine decât limbajul faptic. Așa cum arăta Ananda Coomaraswamy, „mitul reprezintă cel mai direct mod de acces la adevărul absolut, care poate fi exprimat în cuvinte”¹⁷

Fecunda imaginație a indienilor a creat un număr impresionant de zei și zeițe ale căror încarnări și fapte constituie subiectul multor povestiri fantastice incluse în poeme epice de mari dimensiuni. Înțeleptul hindus știe că toate acestea sunt produse ale imaginației și reprezintă multiplele fațete ale realității; că ele nu au rostul de a face povestirea mai atrăgătoare, ci sunt vehicule care transportă doctrine și filosofii ce își au rădăcinile în experiența mistică.

Chinezii și japonezii au ales o altă cale. În loc să apeleze la simboluri și imagini mitice, ei preferă să recurgă la limbajul comun. Astfel, taoiștii recurg adesea la paradoxuri pentru a demonstra inconsistența modului verbal de comunicare. Budiștii chinezi și japonezi au preluat această tehnică și au dezvoltat-o. Ea atinge limitele sale cele mai înalte în budismul Zen, în așa-numiții *koan*-i, acele ghicitori aparent lipsite de sens prin care maeștrii Zen își transmit învățătura. *Koan*-ii stabilesc o paralelă cu știința fizicii, paralelă ce va fi abordată în capitolul următor.

În Japonia există și alte modalități de expresie demne de a fi menționate. Este vorba de poetica extrem de concisă prin care maeștrii Zen urmăresc să exprime esența realității. La întrebarea pusă de un călugăr: „Atunci când nici tăcerea și nici cuvintele nu sunt permise, ce se poate face?”, Fuketsu Ensho a răspuns:

*Întotdeauna în martie îmi amintesc de Kiangsu –
Țipătul potârnichei
Covorul de flori înmiresmate.*¹⁸

Această formă de poetică spirituală a atins perfecțiunea în *haiku*, versul japonez de exact șaptesprezece silabe, puternic influențat de filosofia Zen:

*Frunzele căzând
Se aștern una peste alta;
Ploaia lovește în ploaie.*¹⁹

Ori de câte ori misticii orientali își exprimă cunoașterea în cuvinte – fie în forma miturilor, a simbolurilor, a imaginilor poetice sau a enunțurilor paradoxale – ei sunt perfect conștienți de limitările impuse de limbaj și de gândirea „liniară”. Fizica modernă afișează aceeași atitudine vizavi de modelele și teoriile sale aproximative și, în mod inevitabil, lipsite de acuratețe. Ele reprezintă contraponderea miturilor orientale, a simbolurilor și paradoxurilor; la acest nivel ne vom situa atunci când vom încerca să comparăm știința cu tradiția mistică. Aceeași idee referitoare la materie este exprimată și în dansul cosmic al lui Shiva, și în unele enunțuri din teoria cuantică. Atât zeul care dansează, cât și teoria științifică sunt creații ale mentalului, modele care descriu intuiția realității.

3

dincolo de limbaj

Contradicția, ireconciliabilă pentru gândirea comună, vine din aceea că trebuie să ne folosim de limbaj pentru a comunica experiența interioară care, în esența sa, transcende limbajul.

(D. T. Suzuki)

Problema cu care ne confruntăm aici este foarte serioasă. Ne propunem să discutăm despre structura atomului. Dar atomul nu poate fi descris în limbaj comun.

(W. Heisenberg)

Faptul că modelele matematice și teoriile științifice au caracter aproximativ și că interpretările asociate suferă întotdeauna de inacuratețe, a fost acceptat de oamenii de știință încă de la începutul secolului, când s-au petrecut în lumea științifică evenimente neașteptate. Studiind domeniul atomic și subatomic, fizicienii și-au dat seama că limbajul comun nu este numai lipsit de precizie, dar este total inadecvat descrierii realității. Teoria cuantică și teoria relativității – bazele fizicii moderne – au demonstrat că această realitate transcende logica aristotelică. În acest sens, Heisenberg scria:

Cea mai dificilă problemă legată de limbaj apare în teoria cuantică. Aici nu dispunem de un ghid care să ne ajute să corelăm simbolurile matematice cu concepte exprimate în limbaj comun; singurul lucru pe care îl știm de la

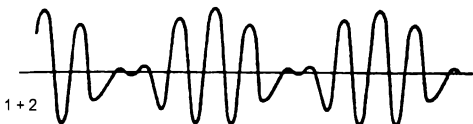
Început este că nu dispunem de concepte adecvate descrierii structurii atomului.¹

Din punct de vedere filosofic, aceasta reprezintă cea mai importantă contribuție în fizica modernă și aici se află elementele care o leagă de filosofia orientală. Logica și raționamentul au fost principalele instrumente utilizate în formularea ideilor filosofice nu numai de către exponenții diverselor școli filosofice, dar și de către exponenții scolastici din Occident, așa cum arăta Bertrand Russell. Aceasta în timp ce, în Orient, înțelegând că realitatea transcende limbajul comun, filosofii nu s-au temut să meargă dincolo de logică și de sistemul de concepte comune. De aceea credem că modelele lor constituie un cadru filosofic mult mai adecvat pentru fizica modernă decât cele ale filosofilor occidentali.

Misticul din Orient se confruntă, ca și fizicianul, cu problema limbajului. În cele două pasaje citate la începutul acestui capitol D. T. Suzuki vorbește despre budism², iar Werner Heisenberg despre fizica atomică³, și totuși ele par identice. Atât fizicianul, cât și misticul vor să își comunice experiențele și atunci când o fac, enunțurile lor sunt pline de paradoxuri și contradicții. Dar paradoxurile, devenite de neocolit în fizica acestui secol, sunt definitorii pentru filosofia mistică de la Heraclit și până la autorul lui Don Juan.

În fizica atomică paradoxul este legat de natura duală a luminii sau – mai general – a radiației electromagnetice. Se admite, pe de o parte, natura ondulatorie a radiației, căci ea produce fenomenul de *interferență*: rezultatul suprapunerii radiațiilor provenite de la două surse de lumină nu este neapărat egal cu suma a ceea ce provine de la cele două surse, ci poate fi mai mult sau mai puțin decât atât. Faptul se explică astfel: în acele puncte din spațiu în care se suprapun două maxime, intensitatea rezultată este mai mare decât suma componentelor, iar în punctele în care un maxim se suprapune cu un minim, intensitatea rezultată este mai mică decât suma componentelor. Intensitatea radiației rezultată prin interferență se calculează. Interferența este nelipsită în fenomenele în care este implicată radiația

electromagnetică și astfel suntem obligați să admitem natura ondulatorie a acestui tip de radiație.



Interferența a două unde.

Pe de altă parte, radiația electromagnetică produce și ceea ce se numește efect fotoelectric: la iluminarea unei suprafețe metalice cu radiație ultravioletă sunt smulși electroni de pe respectiva suprafață, deci suntem forțați să admitem că radiația electromagnetică este formată din particule. O situație similară apare la „împrăștierea” razelor X. Asemenea fenomene nu pot fi explicate decât descriindu-le ca pe ciocniri între „particule de lumină” și electroni. În plus, ele produc figuri de interferență caracteristice undelor. Întrebarea care i-a preocupat atât de mult pe fizicieni în primii ani ai erei atomice a fost: cum poate radiația electromagnetică să fie în același timp de natură ondulatorie și

corpusculară? Nici limbajul și nici imaginația nu pot rezolva pe deplin această problemă.

Misticii din Orient au găsit diverse căi de abordare a aspectelor paradoxale ale realității. În timp ce hinduismul le depășește recurgând la limbajul mitic, budismul și taoismul tind mai curând să le accentueze. *Tao Te Ching*, opera lui Lao Tse și principalul text al taoismului, este compus într-un stil straniu, care ocolește logica. Abundă în contradicții, iar inefabilul limbajului împinge mentalul cititorului dincolo de granițele intelectului.

Budiștii chinezi și japonezi au adoptat și ei tehnica taoistă de comunicare a experienței mistice prin intermediul enunțurilor paradoxale. Atunci când l-a întâlnit pe împăratul Godaigo, discipol Zen, maestrul Daito i-a spus:

Ne-au despărțit mii de kalpas și totuși n-am fost departe nici un singur moment. Ne întâlnim zilnic și, cu toate acestea, nu ne-am cunoscut niciodată.⁴

Budiștii Zen, în special, au un adevărat cult pentru enunțurile care demonstrează inconsistența limbajului; sistemul *koan*-ilor, prin intermediul căruia își transmit învățăturile, este unic. *Koan*-ii sunt propoziții nediscursive, aparent lipsite de sens, care au rolul de a demonstra discipolilor inconsistența limbajului și a raționamentului logic. Formularea paradoxală face imposibilă rezolvarea lor prin raționament. Sunt concepute special pentru a întrerupe procesul de gândire și a pregăti astfel discipolul pentru experiența non-verbală a realității. Maestrul Zen contemporan Yasutani iniția un discipol din Occident în sistemul *koan*-ilor astfel:

Unul din cei mai buni koan-i, pentru că este cel mai simplu, este Mu. Și iată care-i este sensul: un călugăr veni la Joshu, vestit maestru chinez Zen de acum câteva sute de ani și îl întreabă: „Are un câine esență budistă sau nu?”. Joshu replică: „Mu!”. Literal, Mu înseamnă „nu” sau „nimic”, dar semnificația răspunsului lui Joshu

nu se află aici. Mu este expresia esenței budiste funcționale și dinamice, a realității absolute. Spiritul acestui Mu trebuie descoperit nu pe calea intelectului, ci prin căutarea în adâncimile ființei. Apoi să îmi demonstrezi concret că percepi Mu ca pe un adevăr viu, fără să faci apel la concepte, teorii și explicații abstracte. Ține minte, nu poți percepe Mu pe calea cunoașterii comune, trebuie să îl aspiți cu întreaga ta ființă.⁵

Maestrul Zen dă începătorilor *koan*-ul *Mu* de mai sus, sau unul din următoarele două:

Care este adevărata ta față, fața ta înainte de a te naște?

Poți să-ți plesnești palmele și să produci astfel sunetul a două mâini. Dar care este sunetul unei singure mâini?

Toți acești *koan*-i au soluții, unice sau nu, pe care maestrul competent le recunoaște imediat. Odată găsită soluția, *koan*-ul încetează să mai fie un paradox și devine un enunț profund, plin de sensuri, echivalent cu starea de trezire a conștiinței pe care a provocat-o.

În *Rinzai* discipolul are de rezolvat mulți asemenea *koan*-i, fiecare din ei corespunzând unor anumite aspecte din Zen. Aceasta este singura formă în care școala Zen își transmite învățătura. Nu recurge niciodată la enunțuri pozitive, ci lasă discipolului sarcina de a accede la adevăr prin *koan*-i.

Aici se află o asemănare izbitoare cu situațiile paradoxale cu care s-au confruntat fizicienii în etapa de început a fizicii atomice. Ca și în Zen, adevărul era ascuns în paradoxuri nerezolvabile prin raționament și trebuia înțeles în termenii unui nou mod de abordare a realității – conștiința realității atomice. Rolul maestrului era jucat, firește, de natură – natura care, ca și maeștrii Zen, nu se dezvăluie prin afirmații, ci se vedește prin enigme.

Găsirea soluției unui *koan* cere din partea discipolului un efort maxim de concentrare și implicare totală. În lucrările consacrate filosofiei Zen se arată că rostul unui *koan* este acela de a bloca mintea și sufletul adeptului, de a crea o stare de impas intelectual și de încordare astfel încât întregul Univers să-i apară ca un enorm semn de întrebare. Fondatorii teoriei cuantice s-au confruntat cu o situație similară, descrisă în termeni viguroși de Heisenberg:

*Îmi amintesc conversațiile cu Bohr, se prelungeau timp de mai multe ore și sfârșeau într-o stare de deznădejde; și când, după o asemenea discuție, mă duceam să mă plimb singur în parcul din apropiere îmi repetam la nesfârșit mie însumi întrebarea: Este oare cu putință ca natura să fie atât de absurdă cum ne-a apărut nouă în aceste experimente de fizică atomică?*⁶

Ori de câte ori se caută înțelegerea prin analiză rațională a esenței fenomenelor, ea apare absurdă, paradoxală. Acest fapt a fost din totdeauna recunoscut de filosofi mistici, dar pentru știință problema s-a pus doar recent. Vreme de secole oamenii de știință au căutat „legile fundamentale ale naturii” care se află la originea multitudinii fenomenelor naturale. Acestea aparțineau mediului înconjurător, domeniului macroscopic, deci lumii perceptibile pe cale senzorială. În măsura în care conceptele și noțiunile limbajului curent sunt derivate din experiența comună, ele s-au dovedit suficiente pentru descrierea fenomenelor naturii.

Întrebărilor referitoare la esența fenomenelor, modelul clasic newtonian le răspundea în aceeași manieră în care răspundea și modelul lui Democrit, filosoful antic grec, reducând toate fenomenele la mișcarea și interacția atomilor indestructibili. Proprietățile acestor atomi fuseseră concepute prin comparație cu cele ale bilor de biliard, deci plecând de la experiența senzorială. Dacă asemenea concluzii pot sau nu să fie aplicate lumii atomice, nu se

Întrebare nimeni. Într-adevăr, asta nu se putea stabili experimental.

În secolul al XX-lea fizicienii au putut să abordeze experimental problema naturii ultime a materiei. O tehnologie sofisticată le-a permis să pătrundă din ce în ce mai adânc în interiorul materiei, dezvelind un strat după altul în căutarea „cărămizilor” constitutive. Astfel, s-a validat ipoteza existenței atomilor, apoi au fost descoperiți componenții acestora – nucleul și electronii – și în final componenții nucleului – protonii și neutronii –, ca și multe alte particule subatomice.

Instrumentele complexe și sensibile ale fizicii experimentale moderne penetrează nivele din ce în ce mai adânci ale lumii submicroscopice, zone ale realității complet diferite de mediul nostru înconjurător și astfel fac ca această lume să devină accesibilă simțurilor. Dar acest lucru este posibil numai printr-un lanț de procese care sfârșește cu semnalul sonor al unui contor Geiger sau cu un spot întunecat pe o placă fotografică. Ceea ce auzim sau vedem nu reprezintă însuși fenomenul, ci numai consecințele acestuia. Lumea atomică și subatomică se află dincolo de limita percepției senzoriale.

Doar datorită instrumentarului modern actual putem „observa” proprietățile atomilor și ale constituenților lor și putem astfel „trăi experiența” domeniului atomic într-o oarecare măsură. Dar această experiență nu este una obișnuită, în orice caz nu se poate compara cu experiența comună. Cunoașterea la acest nivel nu se mai întemeiază pe percepția senzorială și de aceea limbajul, cu noțiunile și imaginile sale direct legate de simțuri, nu mai este adecvat descrierii fenomenelor observate. Pe măsură ce coborâm tot mai adânc în structura materiei trebuie să abandonăm tot mai multe imagini și noțiuni circumscrise limbajului comun.

Cel mai important pas din marea călătorie în lumea infinitului mic a fost de fapt primul: pasul spre lumea atomilor. Investigând structura atomului știința transcende

limitele percepției senzoriale. De aici încolo nu se mai poate conta pe logică și bun simț. În fizica atomică oamenii au întrezărit pentru prima dată ceea ce căutau: esența ultimă a realității. Ca și filosofii mistici, fizicienii se confruntă cu o experiență extrasenzorială a realității și au de depășit, în aceeași măsură, aspectele paradoxale ale acestei experiențe. Din acest moment modelele și imaginile fizicii moderne devin asemenea celor ale filosofiei Orientului.

4

noua fizică

După cum afirmă misticii orientali, experiența mistică a realității reprezintă un eveniment de o clipă care zguduie din temelii concepția subiectului asupra lumii. D. T. Suzuki crede că ea este „cel mai teribil șoc care ar putea zgudui conștiința unui om... dislocând orice formă a experienței comune”¹ și apelează la cuvintele unui maestru Zen care compara această experiență cu „desprinderea fundului unei găleți”.

La începutul acestui secol fizicienii au avut aceeași senzație atunci când fundamentele concepției lor asupra lumii materiale au fost dinamitate de experiența realității atomice; ei au descris această experiență în termeni similari aceloră folosii de maestrul Zen al lui Suzuki. Astfel, Heisenberg scria:

*Reacția violentă la recente studii din fizica modernă poate fi înțeleasă numai când ne dăm seama că fundamentele fizicii au început să se clatine; și că acest lucru ne dă senzația că ne fuge pământul de sub picioare.*²

Același sentiment l-a încercat Einstein când a luat pentru prima dată contact cu fizica atomică. El scria în autobiografia sa:

Toate încercările mele de a adapta fundamentele teoretice ale fizicii la noile descoperiri au eșuat. Parcă pământul ne-ar fugi de sub

*picioare și n-ar mai exista o bază solidă pe care să putem construi ceva.*³

Noile descoperiri în fizică au necesitat revizuirea profundă a unor concepte ca timp, spațiu, materie, obiect, cauză, efect etc. și nu este de mirare că fizicienii au resimțit ca pe un șoc rezultatele acestor experimente, de vreme ce noțiunile amintite sunt fundamentale pentru modul nostru de a concepe realitatea. Din această revizuire a rezultat o concepție despre Univers incomplet definită și radical diferită de cea clasică.

Se pare că mistica orientală și știința occidentală au cunoscut evoluții revoluționare similare care le-au condus la schimbarea totală a ideilor despre realitate. Următoarele două pasaje dovedesc că fizicianul european Niels Bohr și misticul indian Sri Aurobindo au trăit aceeași experiență:

*Experiența ultimilor ani a evidențiat insuficiența concepției mecaniciste și, drept consecință, a pus sub semnul întrebării suportul filosofic al acestei interpretări.*⁴

(Niels Bohr)

*Toate încep să-și schimbe natura și înfățișarea; noua experiență este radical diferită de cea veche... Este vorba de un nou mod de a experimenta, a observa, a lua contact cu fenomenele.*⁵

(Sri Aurobindo)

Capitolul de față va schița o primă imagine a noii concepții despre lume, opusă celei datorate fizicii clasice*; va arăta cum modelul mecanicist a trebuit să fie abandonat la începutul acestui secol și astfel am fost forțați să adoptăm o viziune mult mai subtilă, „organică” și integratoare.

* Cititorii care găsesc această prezentare preliminară a fizicii moderne prea comprimată și dificil de înțeles să nu fie îngrijorați. Toate conceptele menționate aici vor fi descrise pe larg în cuprinsul lucrării.

Fizica clasică

Concepția pe care noile descoperiri în fizică au modificat-o se bazează pe modelul newtonian al Universului. El constituie fundamentul fizicii clasice. Și a fost, într-adevăr, o temelie formidabilă, o stâncă pe care s-a clădit filosofia naturală vreme de aproape trei secole.

Cadrul Universului newtonian, cadrul în care se petrec toate fenomenele, este spațiul tridimensional al geometriei euclidiene. Este un spațiu absolut, aflat în repaus și nesupus vreunei transformări. În exprimarea lui Newton, „Spațiul, absolut în natura sa, fără raportare la exterior, rămâne întotdeauna același și în repaus.”⁶ Toate transformările care se petrec sunt descrise în termenii unei alte dimensiuni, separate și numite timp, la rândul ei absolută și fără legătură cu lumea materială, care se scurge neperturbată dinspre trecut către viitor. „Timpul absolut, adevărat și matematic”, spunea Newton, „în el însuși și în propria sa natură, curge uniform și fără legătură cu factorii externi.”⁷

Elementele Universului newtonian, care se deplasează în acest spațiu absolut și în acest timp absolut, sunt particulele materiale. În ecuații ele sunt tratate ca „puncte materiale”; Newton le vedea ca pe niște obiecte mici, solide, compacte și indestructibile care compun materia. Acest model se aseamănă foarte mult cu acela al filosofilor atomiști greci. Ambele au la bază distincția dintre plin și gol, dintre materie și spațiu; ambele consideră că forma și masa particulelor nu variază. Materia se conservă și este în mod esențial pasivă. Marea diferență între concepțiile atomiste ale lui Democrit și Newton constă în aceea că ultimul dă o descriere precisă a forțelor de interacție dintre particule. Această forță depinde numai de masele particulelor și de distanțele dintre ele. Este vorba despre forța gravitațională pe care Newton o asocia tuturor corpurilor asupra cărora ea acționează. Deși aceasta este o ipoteză stranie, nimeni nu s-a gândit să o cerceteze mai îndeaproape. Particulele și forțele de interacție dintre ele sunt creații ale Divinității și

deci nu sunt supuse analizei. În *Optica* sa, Newton își imaginează cum Divinitatea a creat lumea materială:

Mi se pare probabil ca Dumnezeu să fi creat mai întâi particule materiale dure, grele, compacte, impenetrabile și susceptibile de a se deplasa, cu asemenea dimensiuni și forme, dotate cu asemenea proprietăți și aflate în asemenea proporții încât să servească scopului final pentru care au fost create; și că aceste particule primare să fie incomparabil mai dure decât orice corp poros pe care l-ar putea forma împreună; atât de dure, încât să nu se poată sparge în fragmente, nici o putere nefiind în stare să divizeze ceea ce Dumnezeu însuși a creat ca entitate unică, la începuturi.⁸

Toate fenomenele fizice se reduc, conform modelului mecanic newtonian, la mișcarea în spațiu a punctelor materiale cauzată de atracția lor reciprocă, adică de forța gravitațională. Pentru a putea exprima matematic efectul acestei forțe asupra unui punct material, Newton a fost nevoit să inventeze noțiuni și să elaboreze tehnici matematice absolut noi – anume, acelea grupate sub numele de calcul diferențial. Aceasta constituie o realizare intelectuală uriașă apreciată de Einstein drept „cel mai mare progres în gândire realizat vreodată de un singur individ.”

Ecuatiile de mișcare concepute de Newton formează baza mecanicii clasice. Ele au fost considerate legi imuabile în virtutea cărora se mișcă punctele materiale, responsabile pentru toate schimbările observate în lumea materială. În viziunea lui Newton, Dumnezeu a creat la început particulele, forțele care se exercită între ele și legile de mișcare. Astfel, a fost pus în mișcare întregul Univers și de atunci această mișcare continuă neîncetat, ascultând de legi imuabile.

Concepția mecanicistă este, deci, strâns legată de un determinism riguros. Uriașul mecanism cosmic este perfect determinat deoarece se supune legii cauzei și a efectului.

Tot ce se petrece are o cauză bine definită și produce un efect la fel de bine definit, iar starea viitoare a oricărei părți a unui sistem poate, 'în principiu, să fie prevăzută cu certitudine, dacă se cunoaște starea sa la un anumit moment de timp. Această concepție și-a găsit expresia cea mai clară în faimosul enunț al matematicianului francez Pierre Simon Laplace:

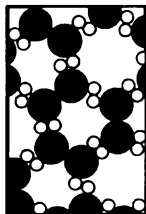
Intelectul care, la un moment dat, ar cunoaște toate forțele care acționează în natură și poziția tuturor corpurilor, ar cuprinde – presupunând că ar avea capacitatea de a analiza atâtea informații – într-o aceeași ecuație mișcările celor mai mari corpuri din Univers și pe acelea ale celor mai firavi atomi; nimic n-ar mai fi nesigur pentru el, ar cunoaște deopotrivă trecutul și viitorul.⁹

Fundamentul filosofic al acestui determinism riguros este constituit de divizarea carteziană eu-lume. S-a ajuns în consecință la ideea că lumea poate fi descrisă obiectiv, fără a se ține seama de factorul uman, iar știința și-a fixat ca ideal descrierea obiectivă a naturii.

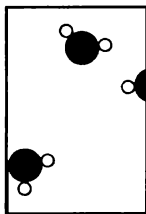
Secolele al XVIII-lea și al XIX-lea au fost martorele succesului enorm reputat de mecanica newtoniană. Newton însuși aplicase teoria sa mișcării planetelor și reușise astfel să explice structura sistemului solar. Modelul său planelar era foarte simplu; el neglija printre altele atracția gravitațională reciprocă a planetelor, astfel încât rămâneau neexplicate unele „neregularități”. Newton a rezolvat această problemă admitând că Divinitatea este prezentă în orice moment în Univers pentru a corecta respectivele neconcordanțe.

Marele matematician Laplace s-a străduit să rafineze și să perfecționeze calculele lui Newton într-o carte ce urma „să ofere soluția completă a problemei sistemului solar, făcând ca rezultatele teoretice să coincidă cu cele experimentale și astfel ecuațiile empirice să nu își mai afle loc în tabelele astronomice.”¹⁰ Rezultatul muncii sale s-a constituit într-o operă remarcabilă în cinci volume, *Mecanica*

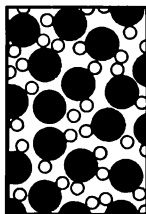
Cerească, în care Laplace a reușit să explice mișcările planetelor, ale Lunii și cometelor, marea și alte fenomene legate de gravitație în cele mai mici detalii. El a demonstrat că legile newtoniene de mișcare asigură stabilitatea sistemului solar, tratând Universul ca pe un mecanism cu autoreglare. Se spune că atunci când Laplace i-a prezentat lui Napoleon prima ediție a lucrării sale, împăratul a făcut următoarea remarcă: „D-le Laplace, mi s-a spus că ați scris această carte despre sistemul solar fără să-L menționați pe Creatorul său.” La aceasta, Laplace a replicat ferm: „Sire, n-am avut nevoie de această ipoteză.”



Apă



Abur



Gheață

Încurajați de succesul strălucit al mecanicii newtoniene în astronomie, fizicienii au extins-o la studiul curgerii fluidelor și al vibrațiilor corpurilor elastice și iarăși teoria a fost validată. În final, atunci când s-a arătat că, de fapt, căldura nu este altceva decât energie degajată prin mișcarea moleculelor, chiar și teoria căldurii s-a dovedit a se reduce la mecanica newtoniană. La creșterea temperaturii apei, moleculele constituente primesc din ce în ce mai multă energie de mișcare până la un nivel la care această energie le ajută să învingă forțele de atracție și să devină molecule libere. Așa se transformă apa în abur. Pe de altă parte, prin răcire mișcarea termică se reduce și în cele din urmă

moleculele ajung să fie dispuse într-o rețea cristalină. În acest fel se pot explica dintr-un punct de vedere strict mecanic multe alte fenomene termice.

Succesul enorm de care s-a bucurat modelul mecanicist i-a determinat pe fizicienii de la începutul secolului al XIX-lea să privească întregul Univers ca pe un uriaș sistem mecanic guvernat de legile de mișcare enunțate de Newton. Aceste legi reprezentau legile fundamentale ale naturii și mecanica newtoniană era considerată teoria supremă pentru explicarea fenomenelor naturale. Și totuși, după mai puțin de o sută de ani, descoperirea unei noi realități fizice a pus în evidență limitele modelului newtonian și a demonstrat că nici unul din postulatele sale nu are valabilitate absolută.

Aceasta nu s-a petrecut instantaneu, ci a fost inițiată de cercetări începute deja în secolul al XIX-lea și care pregăteau calea revoluției științifice a timpului nostru. Primul pas în acest sens a fost făcut odată cu descoperirea și investigarea fenomenelor electrice și magnetice care nu puteau fi descrise în mod corespunzător de modelul mecanic și care implicau un nou tip de forță. Cele mai mari contribuții și le-au adus Michael Faraday și James Clerk Maxwell – primul, unul din cei mai mari experimentatori din istoria științei, al doilea, un strălucit teoretician. Când Faraday a produs curent electric într-o bobină de cupru prin mișcarea unui magnet în vecinătatea acesteia, convertind astfel lucrul mecanic de deplasare a magnetului în energie electrică, el a adus știința și tehnologia la răscruce. Experiența sa fundamentală a dat naștere pe de o parte vastei inginerii electrotehnice, pe de altă parte unor speculații teoretice care i-au condus pe el și pe Maxwell la elaborarea teoriei complete a electromagnetismului. Faraday și Maxwell nu s-au limitat să studieze numai efectele forțelor electrice și magnetice, ci au făcut din forțele însele principalul obiect de studiu. Ei au înlocuit conceptul de forță cu acela de câmp de forțe și astfel au fost primii care au depășit contextul fizicii newtoniene.

În loc să interpreteze interacția dintre o sarcină pozitivă și una negativă ca o simplă atracție reciprocă a celor două, așa cum proceda mecanica newtoniană, Faraday și Maxwell au găsit mai potrivit să afirme că fiecare sarcină produce o „perturbație” sau o „stare” în spațiul din jurul său, astfel încât o altă sarcină electrică prezentă să simtă o forță. Această stare a materiei, care are capacitatea de a exercita o forță, se numește câmp. Ea este creată de o sarcină electrică și există independent de prezența unei alte sarcini electrice care să-i simtă efectul.

A fost o modificare profundă a modului nostru de a concepe realitatea fizică. În teoria newtoniană forțele sunt legate de corpurile asupra cărora acționează. Acum conceptul de forță a fost înlocuit cu unul mai subtil, de câmp independent de prezența obiectelor și care poate fi studiat fără referire la corpurile materiale. Această teorie a culminat cu electrodinamica în cadrul căreia se demonstrează că lumina nu este altceva decât un câmp electromagnetic care oscilează foarte rapid și se propagă în spațiu sub forma unei unde. Astăzi știm că undele radio, undele luminoase sau razele X sunt unde electromagnetice care diferă numai ca frecvență de oscilație și că radiația vizibilă reprezintă doar o fracțiune foarte mică din spectrul radiației electromagnetice.

În ciuda acestor importante modificări, mecanica newtoniană și-a păstrat poziția de fundament al fizicii. Maxwell însuși a încercat să explice rezultatele pe care le-a obținut în termenii modelului mecanic, considerând câmpul o stare de tensiune mecanică a unui mediu omniprezent și foarte ușor, numit eter. Era normal ca Maxwell să își imagineze un asemenea mediu, căci undele sunt resimțite ca vibrații ale unui mediu-suport: valurile ca vibrații ale apei, sunetele ca vibrații ale aerului. Maxwell a dat teoriei sale mai multe interpretări în perspectiva mecanicii newtoniene, dar părea să nu ia în serios nici una dintre ele. Trebuie să fi intuit, chiar dacă nu a făcut niciodată o asemenea afirmație, că în teoria sa rolul principal este jucat de câmp și nu de modelele mecanice. Einstein a fost acela care a afirmat răspicat acest lucru cincizeci de ani mai târziu, când a arătat că nu există nici un fel de eter și câmpul electromagnetic

este o entitate fizică de sine stătătoare care se propagă în vid și nu poate fi explicată în cadrul teoriei newtoniene.

Așadar, la începutul secolului al XX-lea fizicienii dispuneau de două teorii de succes care explicau două tipuri diferite de fenomene: mecanica lui Newton și electrodinamica lui Maxwell. Modelul newtonian încetase să mai constituie baza științelor naturii.

Fizica modernă

Primele trei decenii ale secolului al XX-lea au modificat radical cadrul epistemologic al fizicii. Două contribuții diferite – teoria relativității și fizica atomică – au sfărâmat noțiunile pe care se baza concepția newtoniană: acelea de spațiu absolut și timp absolut, de particulă elementară solidă, ca și raportul de cauzalitate și idealul de obiectivitate în descrierea naturii. Cu nici unul din aceste concepte nu se putea opera în domeniile pe care le abordau acum fizicienii.

Începuturile fizicii moderne sunt marcate de extraordinara contribuție intelectuală a unui om: Albert Einstein. Cu două articole, ambele publicate în 1905, Einstein a inițiat două orientări revoluționare. Una era legată de teoria relativității restrânse, cealaltă de o nouă modalitate de abordare studiului radiației electromagnetice care avea să devină specifică teoriei cuantice și teoriei fenomenelor atomice. O întreagă echipă de fizicieni a lucrat douăzeci de ani mai târziu la elaborarea teoriei cuantice complete. În schimb, teoria relativității este datorată aproape, în exclusivitate lui Einstein. Lucrările sale sunt realizări monumentale ale intelectului, ele reprezintă pentru secolul al XX-lea ceea ce reprezintă piramidele pentru cultura Egiptului antic.

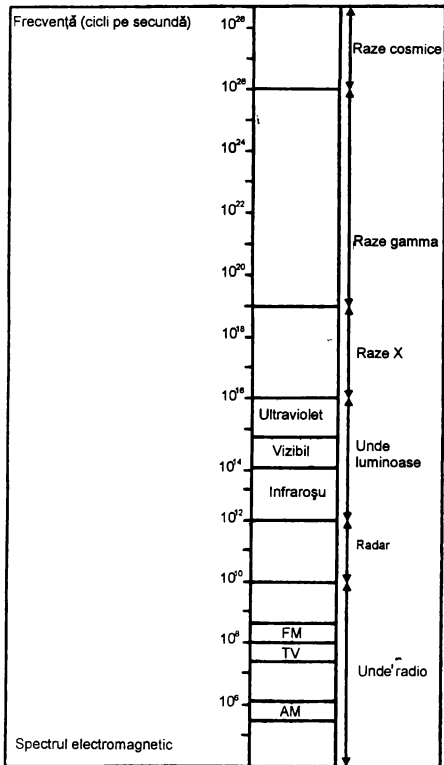
Einstein credea în armonia interioară a naturii și preocuparea sa cea mai de seamă a fost aceea de a unifica

diferitele teorii științifice. A început prin a construi un cadru comun celor două teorii clasice: mecanica și electrodinamica; acest cadru comun este teoria relativității restrânse. Ea unifică și completează structurile specifice fizicii clasice, dar în același timp subminează fundația pe care s-a edificat modelul newtonian.

Conform teoriei relativității spațiul nu este o mărime tridimensională, iar timpul nu reprezintă o entitate separată. Spațiul și timpul formează un continuum cvadridimensional numit „spațiu-timp”. De aceea în teoria relativității nu se poate face referire numai la spațiu fără a implica timpul și reciproc. Mai mult, timpul nu se mai scurge ca în modelul newtonian. Dacă observatorii se deplasează cu anumite viteze față de sistemele observate, ordinea în timp a evenimentelor observate este diferită de la un observator la altul. Evenimente care unui observator îi apar ca desfășurându-se simultan îi pot apărea altuia ca succesive. Astfel, toate măsurătorile în spațiu și timp își pierd semnificația absolută. Teoria relativității abandonează conceptele clasice de spațiu absolut ca scenă de desfășurare a diverselor procese, respectiv timp absolut. Amândouă devin termeni de care observatorul se folosește pentru a-și descrie observațiile.

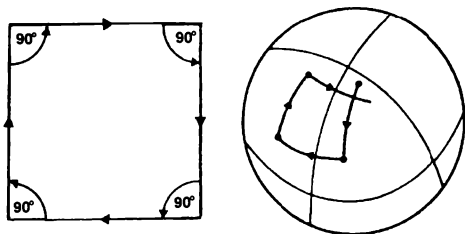
Aceste concepte sunt însă atât de importante pentru descrierea evenimentelor care au loc în natură, încât modificarea lor atrage după sine modificarea întregului cadru filosofic al științelor naturii. Cea mai importantă consecință se referă la înțelegerea faptului că masa nu este altceva decât energie. Obiectele aflate în repaus stochează energia sub formă de masă, legătura dintre masă și energie fiind dată de relația $E=mc^2$, unde c este viteza luminii.

Constanta c , reprezentând viteza luminii în vid, este esențială în teoria relativității. Ori de câte ori se descriu fenomene care presupun viteze apropiate de viteza luminii trebuie să se adopte modul de abordare specific teoriei relativității. Fenomenele electromagnetice constituie exemplul cel mai bun, și studiul acestora l-a condus pe Einstein la formularea teoriei sale.



În 1915, Einstein a făcut cunoscută teoria generală a relativității care extinde cadrul teoriei relativității restrânse la fenomenele legate de gravitație, de exemplu atracția care se exercită între corpurile dotate cu masă. Dacă teoria relativității restrânse a fost confirmată experimental de nenumărate ori, teoria generală a relativității nu a fost încă pe deplin validată. Ea este însă, de departe, cea mai elegantă, riguroasă și larg acceptată teorie a gravitației, fiind utilizată în cercetările de cosmologie și astrofizică.

După Einstein, gravitația are proprietatea de a „curba” spațiul și timpul. Geometria euclidiană este inaplicabilă spațiilor curbe tot așa cum geometria plană este inaplicabilă obiectelor tridimensionale. Un pătrat se desenează în plan marcând colțurile și unindu-le prin segmente de dreaptă de lungime egală care să formeze între ele unghiuri de 90° . Dar dacă vrem să desenăm un pătrat pe suprafața unei sfere nu mai putem aplica aceeași metodă, căci în spațiile curbe geometria euclidiană nu este valabilă. În teoria lui Einstein se arată că spațiul tridimensional este curbat, curbura sa datorându-se acțiunii câmpului gravitațional generat de corpurile dotate cu masă. În vecinătatea unui obiect masiv – o stea sau o planetă – spațiul se curbează, iar gradul de



Cum se deplasează un pătrat în plan și pe sferă.

curbură depinde de masa obiectului. Și cum, în teoria relativității spațiul nu este separat de timp, timpul este afectat la rândul său de prezența materiei, derulându-se cu viteze diferite în diferite zone din Univers. Teoria generală a relativității a lui Einstein abolește, astfel, conceptele de timp absolut și spațiu absolut. Nu numai că toate rezultatele măsurărilor de timp și spațiu au caracter relativ, dar întreaga structură spațio-temporală depinde de distribuția materiei în Univers, iar conceptul de „vid” își pierde semnificația.

Concepția clasică se bazează pe noțiunea de corp solid care se deplasează în vid. Ea își păstrează valabilitatea în domeniul „dimensiunilor medii”, adică la viteze obișnuite, domeniu în care fizica clasică este un instrument util. Atât conceptul de corp solid, cât și cel de vid sunt adânc înrădăcinate în mintea noastră, astfel încât este foarte dificil să ne imaginăm o realitate în definirea căreia să putem face abstracție de ele. Și totuși, exact asta ne obligă teoria relativității să facem atunci când studiem fenomene care se petrec dincolo de granița „dimensiunilor medii”. În cosmologie și astrofizică – științele macrouniversului – termenul de „vid” și-a pierdut sensul, iar conceptul de corp solid a fost eliminat de fizica atomică – știința microuniversului.

La sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea au fost descoperite fenomene legate de structura atomului care sunt imposibil de explicat în termeni clasici. Prima dovadă că atomul are o structură s-a datorat descoperirii radiațiilor X, un nou tip de radiație care și-a găsit binecunoscutele aplicații în medicină. Dar radiația X nu constituie singurul tip de radiație emisă de atomi. Curând după radiațiile X au fost descoperite radiațiile emise de atomii așa-numitelor substanțe radioactive. Radioactivitatea a dovedit că atomii au structură, și că atomii substanțelor radioactive nu numai că emit diverse radiații, dar au și capacitatea de a se transforma în alte tipuri de atomi.

În afara faptului că au devenit obiectul unor studii intense, aceste fenomene au fost utilizate în mod ingenios ca instrumente care permit cercetarea în profunzime a materiei. Astfel, Max von Laue a folosit radiațiile X în studiul modului în care sunt dispuși atomii în cristale, iar Ernest Rutherford a arătat că particulele α emise de substanțele radioactive pot juca rolul unor proiectile de mare viteză și, astfel, permit explorarea interiorului atomilor. Ele pot fi lansate asupra unor sisteme atomice pentru ca, prin studiul împrăstierii lor, să se poată trage concluzii cu privire la structura atomilor respectivi.

În urma experiențelor sale de bombardare a unor atomi cu particule α , Rutherford a obținut rezultate cu totul neașteptate. Departe de a fi particule grele și dure, așa cum se credea încă din antichitate, atomii s-au dovedit a include spații largi în care particule de dimensiuni extrem de reduse – electronii – gravitează în jurul unui nucleu de care-i leagă forțe de natură electrică. Nu este deloc ușor să ne imaginăm dimensiunea unui atom, atât este de departe de dimensiunile scalei macroscopice cu care suntem obișnuiți. Diametrul unui atom este de aproximativ o sutime de milionime de centimetru. Pentru a vă face o idee despre o asemenea dimensiune, imaginați-vă o portocală pe lângă mărimea globului terestru. Prin comparație, atomii unei asemenea portocale ar avea mărimea cireșelor. O mulțime de cireșe înghesuite una într-alta în interiorul unui glob mare cât Pământul – iată imaginea mărită a atomilor din care este compusă o portocală.

Așadar, atomul este ceva foarte mic în comparație cu obiectele macroscopice, dar mare în raport cu nucleul său. În tabloul nostru cu cireșe-atomi, nucleul ar fi atât de mic încât nu l-am putea vedea. Chiar dacă ne-am imagina o cireașă de dimensiunea unei mingi de fotbal, sau chiar de mărimea unei încăperi, nucleul ar fi încă prea mic pentru a-l putea vedea cu ochiul liber. Pentru a ni-l putea imagina, să presupunem că atomul ar crește până la dimensiunile celui mai mare dom din lume, catedrala Sf. Petru din Roma. Nucleul unui asemenea atom ar fi cât un grăunte de sare!

Un grăunte de sare în mijlocul catedralei Sf. Petru și fire de praf rotindu-se în jurul acestuia în spațiul vast al catedralei – iată imaginea nucleului și a electronilor unui atom.

Curând după elaborarea modelului „planetar” al atomului s-a descoperit că numărul de electroni ai atomului unui element determină proprietățile chimice ale elementului respectiv și astăzi știm că tabloul periodic al elementelor se construiește adăugând succesiv protoni și neutroni la nucleul celui mai ușor atom – atomul de hidrogen* – și numărul corespunzător de electroni în „învelișul” său. Interacțiunile dintre atomi sunt răspunzătoare pentru diversele procese chimice, astfel încât, în principiu, toată chimia poate fi înțeleasă pe baza legilor fizicii atomice. Stabilirea acestor legi n-a fost deloc ușoară. Descoperirea lor se datorează unui grup de fizicieni care a activat în anii '20 și i-a inclus pe Niels Bohr din Danemarca, Louis Victor de Broglie din Franța, Erwin Schrödinger și Wolfgang Pauli din Austria, Werner Heisenberg din Germania și Paul Dirac din Anglia. Acești oameni și-au unit eforturile în ciuda granițelor care-i despărțeau și au instaurat una din cele mai bogate epoci din istoria științei moderne – epoca în care s-a luat pentru prima dată contact cu strania realitate atomică. Ori de câte ori fizicienii interogau natura printr-un experiment de fizică atomică, aceasta răspundea printr-un paradox; cu cât se încerca să se clarifice situația, cu atât paradoxul părea că se agravează. A durat mult până când fizicienii au acceptat faptul că aceste paradoxuri aparțin structurii realității atomice și că ele se nasc ori de câte ori se încearcă să se descrie fenomene atomice în termeni clasici. Odată înțeles acest lucru, fizicienii au învățat să pună corect întrebările și să evite contradicțiile. Așa cum spunea Heisenberg; „într-un anumit sens au pătruns spiritul cuantic” și în final au elaborat formalismul riguros al acestei teorii.

Conceptele cuantice n-au fost ușor de acceptat nici după ce au fost formulate matematic. Efectul lor asupra

* Atomul de hidrogen este format dintr-un singur proton și un singur electron.

imaginației fizicienilor a fost de-a dreptul cutremurător. Experimentele lui Rutherford arătaseră că atomii, departe de a fi materie rigidă, indestructibilă, sunt alcătuiți din particule minuscule care se deplasează în spații vaste și acum, teoria cuantică demonstra că aceste particule n-au nimic de-a face cu micile corpuri solide despre care se vorbea în teoria clasică. Entitățile subatomice au un caracter abstract și dual. În funcție de sistemul de observare, ele se comportă uneori ca niște particule, alteori ca niște unde; aceeași comportare duală o manifestă și lumina.



Particulă



Undă

Este o proprietate stranie a materiei și a luminii. Pare imposibil de acceptat că ceva poate fi în același timp și particulă, adică o entitate cu volum foarte mic, și undă, adică ceva ce se împrășteie pe o arie foarte largă în spațiu. Această contradicție se află la originea paradoxurilor atât de asemănătoare cu *koan*-ii și care au condus în final la formularea teoriei cuantice. Totul a început odată cu descoperirea de către Max Planck a faptului că radiația termică nu este emisă în mod continuu, ci sub formă de „pachete de undă”. Einstein le-a numit „cuante” și a stabilit că ele reprezintă un aspect fundamental al naturii. A avut destulă îndrăzneală ca să postuleze faptul că lumina, ca dealtfel orice formă de energie electromagnetică, se prezintă nu numai ca undă, dar și sub forma acestor cuante. Cuantele de lumină, care au dat numele teoriei cuantice, au fost acceptate *bona fide** drept particule și acum sunt numite fotoni. Ele sunt particule de un tip special: nu au masă și se deplasează cu viteza luminii.

* (lat.) de bună credință (N.T.)

Aparenta contradicție dintre cele două aspecte, corpuscular și ondulatoriu, a fost eliminată într-un mod neașteptat care a pus în discuție chiar ideea ce stă la baza concepției clasice despre lumină – aceea de realitate a lumii materiale. La nivel subatomic materia nu există cu certitudine într-un anumit loc, ci mai degrabă prezintă „tendințe de a exista”, iar evenimentele nu se desfășoară în mod cert la momente de timp bine definite și în moduri clar precizate, ci prezintă „tendința de a se produce”. În formalismul teoriei cuantice aceste tendințe sunt denumite probabilități și sunt asociate unor mărimi matematice care descriu comportări ondulatorii. Iată de ce particulele sunt în același timp și unde. Nu unde „reale”, tridimensionale, ca undele sonore sau ca cele formate pe suprafața apei. Ele sunt „unde de probabilitate”, mărimi matematice abstracte care prezintă toate caracteristicile undelor și sunt corelate cu probabilitățile de a găsi particulele în anumite puncte din spațiu și la anumite momente de timp. Toate legile fizicii atomice sunt exprimate în termeni probabilistici. Un eveniment care se desfășoară la nivel atomic nu poate fi niciodată prevăzut cu certitudine; nu i se poate stabili decât probabilitatea de apariție.

Teoria cuantică a demolat astfel conceptele clasice de corp solid și de lege strict deterministă. La nivel subatomic, corpurile materiale solide ale fizicii clasice se prezintă ca unde de probabilitate, iar acestea se referă la probabilitatea interacțiilor. Analiza atentă a proceselor de observare în fizica atomică a condus la concluzia că particulele subatomice nu au sens ca entități izolate, ci numai ca intercorelări între procesele de pregătire a experimentului și măsurătorile propriu-zise. Iată că teoria cuantică a relevat unitatea Universului arătând că lumea nu poate fi compusă din entități independente între ele. Pe măsură ce coborâm la nivele submicroscopice, natura nu ne mai înfățișează „cărămizi solide, dure”, ci ne apare mai curând ca un sistem de relații care leagă între ele diversele părți ale întregului. Observatorul este întotdeauna inclus în acest sistem. El reprezintă veriga ultimă în lanțul procesului de observare,

proprietățile particulelor subatomice putând fi înțelese doar în termenii interacției lor cu observatorul. Idealul clasic de obiectivitate își pierde sensul. La nivel atomic nu mai funcționează diviziunea carteziană dintre eu și lume, dintre observator și observabilă. În fizica atomică nu putem vorbi despre natură fără ca, în același timp, să vorbim și despre noi înșine.

Noua teorie a rezolvat imediat problemele legate de structura atomului care nu puteau fi rezolvate în cadrul modelului planetar al lui Rutherford. Mai întâi, experimentele sale arătaseră că atomii care constituie materia solidă sunt formați în cea mai mare parte din spațiu vid. Dar dacă noi și toate obiectele care ne înconjoară suntem formați din spațiu vid, atunci de ce nu putem trece prin ziduri? Altfel spus, ce anume conferă materiei aspectul compact?

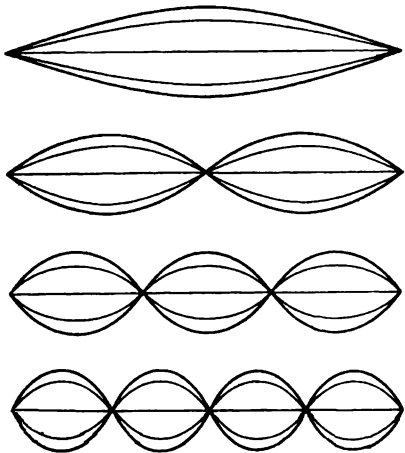
O a doua problemă era legată de extraordinara stabilitate mecanică a atomilor. Atomii suferă în aer milioane de ciocniri pe secundă și totuși își păstrează forma. Nici un sistem planetar supus legilor mecanicii clasice n-ar suporta asemenea procese de coliziune fără să își altereze forma. Dar un atom de oxigen își va menține configurația electronică indiferent de frecvența ciocnirilor cu alți atomi. În plus, toți atomii de un anumit timp au aceeași configurație electronică. Doi atomi de fier și, în consecință două bucăți de fier pur vor fi absolut identice indiferent de proveniența și indiferent de istoria lor.

Teoria cuantică a demonstrat că toate aceste proprietăți uimitoare ale atomilor se datorează naturii ondulatorii a electronului. Aspectul compact al materiei este o consecință a „efectului cuantic” și a caracterului dual undă–corpusul, caracteristică fără echivalent la nivel macroscopic. Ori de câte ori o particulă este constrânsă să rămână într-un spațiu de dimensiuni reduse, ea reacționează printr-o mișcare de rotație cu o viteză cu atât mai mare cu cât spațiul afectat este mai restrâns. Pe de altă parte, la nivel atomic se află în competiție două tipuri de forțe. Electronii sunt menținuți în jurul nucleului de forțe electrice; ei răspund atracției nucleului prin mișcarea de rotație cu atât mai rapidă cu cât

forța de atracție este mai puternică. Pentru exemplificare, atracția exercitată de nucleu asupra electronilor conduce la viteze de ordinul a 600 de mii pe secundă. Aceste viteze enorme fac ca atomul să pară o sferă compactă, tot așa cum o elice în rotație apare ca un disc. Comprimarea atomilor este foarte dificilă și iată de ce materia are aspect solid.

Deplasarea electronilor pe orbite în jurul nucleului este dictată de stabilirea unui echilibru între atracția exercitată de nucleu asupra electronilor și reacțiunea acestora la confinarea într-un spațiu redus. Dar orbitele atomice sunt foarte diferite de orbitele planetare din sistemul solar, diferența datorându-se comportării ondulatorii. Atomul nu poate fi asimilat cu un sistem planetar. În loc de particule care se rotesc în jurul nucleului trebuie să ne imaginăm unde de probabilitate dispuse pe anumite orbite. Ori de câte ori vom efectua măsurători, vom găsi electronii undeva pe orbite, dar nu s-ar putea spune că ei „gravitează în jurul nucleului” în sens clasic.

Undele electronice asociate electronilor de pe orbitele atomilor sunt unde staționare. Asemenea unde staționare se produc ori de câte ori undele sunt forțate să rămână în regiuni de dimensiuni finite, ca de exemplu cazul undelor produse de vibrațiile unei corzi de gitară sau de vibrațiile aerului dintr-un fluier (vezi diagrama din figura următoare). Este binecunoscut faptul că undele staționare prezintă un aspect bine definit, cu un număr limitat de maxime (ventre) și minime (noduri). În cazul undelor electronice din atomi, aceasta înseamnă că electronii se pot găsi numai pe anumite orbite cu raze bine definite. Electronul hidrogenului, de exemplu, se poate afla numai pe prima, a doua, a treia etc. orbită, dar în nici un alt punct din spațiu. În condiții normale se va afla pe orbita cea mai apropiată de nucleu, numită orbită fundamentală. De acolo, dacă primește suficientă energie, electronul poate trece pe orbite superioare; atunci se spune că atomul se află în „stare excitată”, stare pe care o părăsește după câțva timp eliminând surplusul de energie sub forma unei cuante de energie electromagnetică – foton.



Unde staționare într-o coardă vibrantă.

Stările atomice, adică formele orbitelor electronice și distanțele dintre ele sunt aceleași pentru toți atomii care conțin un număr dat de electroni. De aceea, doi atomi de oxigen sunt absolut identici. La un moment dat ei se pot afla în diferite stări excitate, dar după un timp se întorc invariabil la aceeași stare fundamentală. Astfel, natura ondulatorie a electronilor este răspunzătoare pentru faptul că oricare doi atomi ai aceluiași element sunt identici, ca și pentru marea stabilitate mecanică.

O caracteristică specială a stărilor atomice este aceea că ele pot fi specificate complet prin intermediul unui set de

numere numite „numere cuantice”, care indică localizarea și forma orbitelor electronice. Primul număr cuantic este numărul orbitei și indică energia pe care trebuie să o aibă un electron pentru a se afla pe acea orbită; alte două numere cuantice conțin informația asupra unei asociații electronului – viteza de rotație și orientarea electronului*. Faptul că toate aceste proprietăți sunt exprimate matematic prin numere întregi arată că electronul nu își modifică oricum mișcarea de rotație, ci doar poate trece de la o orbită la alta. Valorile cele mai mari sunt asociate stărilor excitate, starea fundamentală fiind aceea în care electronii se află pe orbita cea mai apropiată de nucleu.

Tendințe de localizare, particule care reacționează la constrângeri prin deplasări cu viteze din ce în ce mai mari, atomi care trec brusc dintr-o „stare cuantică” în alta – iată câteva din neobișnuitele caracteristici ale lumii atomice. Dar forța care produce toate fenomenele atomice acționează și la nivel macroscopic. Este vorba despre forța de atracție dintre nucleul încărcat pozitiv și electronii încărcăți negativ. Corelarea acestei forțe cu comportarea ondulatorie a electronilor dă naștere unei extraordinare varietăți de fenomene. Este cauza reacțiilor chimice și a formării moleculelor – acele agregate alcătuite din atomi între care se exercită forțe de atracție. Interacția dintre electroni și nucleul atomic stă la baza existenței stărilor de agregare solidă, lichidă și gazoasă, a tuturor organismelor vii și a tuturor proceselor biologice asociate.

În această lume extrem de bogată a fenomenelor atomice, nucleul joacă rolul unui centru minuscul și stabil, sursă a forței electrice și constituie scheletul variatelor structuri moleculare. Pentru a înțelege aceste structuri și multiplele procese și fenomene care se desfășoară în lumea înconjurătoare nu este necesar să cunoaștem despre nuclee mai mult decât masa și sarcina lor electrică. Dar pentru a

* „Rotația” electronului pe orbită nu trebuie înțeleasă în sens clasic; ea este determinată de forma unei asociații, adică de probabilitățile de existență a particulei în anumite zone ale orbitei.

înțelege structura materiei, pentru a afla care sunt componentele sale ultime, trebuie studiat nucleul atomic. În anii '30, când teoria cuantică a revelat lumea atomică, principala sarcină a fizicienilor s-a dovedit a fi studiul nucleului, al componentilor săi și al forțelor care se exercită între acești componenți.

Primul mare pas spre înțelegerea structurii nucleului a fost făcut prin descoperirea neutronului ca cea de-a doua particulă constituentă a nucleului atomic, particulă cu masa aproximativ egală cu a protonului – adică de vreo 2000 de ori mai mare decât a electronului – dar fără sarcină electrică. Prin această descoperire s-a stabilit compoziția nucleului și în plus s-a arătat că forța nucleară care se stabilește între protoni și neutroni este un fenomen cu totul nou. Nu este de origine electromagnetică, de vreme ce neutronii nu au sarcină electrică. Fizicienii au înțeles că este vorba de un nou tip de forță care nu se manifestă nicăieri în afara nucleului.

Nucleul atomic este de aproximativ 10 000 de ori mai mic decât întregul atom și totuși în el este conținută aproape toată masa atomului. Aceasta dovedește că materia nucleară este extrem de densă în comparație cu celelalte forme de materie pe care le cunoaștem. Într-adevăr, dacă substanța corpului omenesc ar fi comprimată până ar atinge densitatea materiei nucleare, ea nu ar ocupa un spațiu mai mare decât gămălia unui ac. Această enormă densitate nu este unica proprietate care ne uimește. Fiind, ca și electronii, de natură cuantică, „nucleonii” – cum sunt numiți generic protonii și neutronii – reacționează la confinare prin adoptarea unor viteze mari de deplasare și cum spațiul în care sunt constrânși să existe este mult mai mic decât în cazul electronilor, reacția lor este mult mai violentă. Ei se rotesc în interiorul nucleului cu viteze de aproximativ 40 000 mile pe secundă! Iată că materia nucleară este ceva cu totul diferit de ceea ce cunoaștem în lumea macroscopică. Ne-o putem imagina ca fiind formată din mici picături de lichid extrem de dens care colcăie într-o fiertură violent bolborositoare.

Ceea ce conferă materiei nucleare asemenea neobișnuite proprietăți este forța nucleară teribil de puternică; ceea

ce dă forței nucleare aspectul atât de particular este raza sa de acțiune extrem de redusă. Ea acționează numai între nucleoni aflați la distanțe de ordinul a două-trei diametre nucleonice. La asemenea distanțe forța nucleară este o forță de atracție, dar dacă nucleonii se apropie mai mult, ea devine repulsivă, astfel încât aceștia nu se pot apropia oricât de mult unul de altul. Forțele nucleare păstrează în acest fel nucleul într-o stare extrem de stabilă, deși într-un echilibru foarte dinamic.

Studiul atomilor și al nucleelor atomice oferă o imagine în care materia este concentrată în picături minuscule separate prin distanțe enorme. În zonele vaste dintre nucleeele masive compuse din particule care se deplasează cu viteze incredibile, se află electronii. Ei conțin doar o mică fracțiune din masa totală, dar conferă materiei aspectul compact și se dovedesc a fi legăturile necesare în construcția structurilor moleculare. Sunt, de asemenea, implicați în reacțiile chimice și responsabili pentru proprietățile chimice ale substanțelor. Reacțiile nucleare nu se manifestă la acest nivel, deoarece energiile implicate nu sunt suficiente pentru a perturba echilibrul nucleului.

Această formă de existență a materiei, cu multiplele sale aspecte și „texturi”, cu complicatele sale structuri moleculare, este posibilă numai în condiții speciale, când temperatura nu este prea ridicată și vibrațiile moleculelor nu sunt foarte puternice. Atunci când energia termică crește însutit, așa cum se întâmplă cu majoritatea stelelor, structurile moleculare și atomice se distrug. Universul există, în mare măsură, într-o stare diferită de cea descrisă până acum. În centrul stelelor sunt acumulate mari cantități de materie nucleară, iar procesele nucleare, extrem de rare pe Pământ, predomină. Ele sunt esențiale pentru variatele fenomene stelare observate de astronomi, fenomene datorate unei combinații de efecte nucleare și gravitaționale. Procesele care au loc în centrul Soarelui au o importanță deosebită pentru planeta noastră, căci ele furnizează

energia necesară mediului nostru înconjurător. Descoperirea faptului că energia provenită de la Soare, legătură vitală cu lumea infinită a astrelor, este rezultatul reacțiilor nucleare care au loc la nivel submicroscopic a reprezentat un triumf pentru fizica modernă.

În anii '30 evoluția cercetării lumii submicroscopice a atins un stadiu în care oamenii de știință au considerat că au găsit în sfârșit „cărămizile de bază” din care se compune materia. Se știa că există atomii constituiți la rândul lor din protoni, neutroni și electroni. Aceste așa-numite „particule elementare” erau considerate a fi acele ultime elemente indestructibile – atomii lui Democrit. Deși teoria cuantică arată, după cum am menționat deja, că lumea nu se poate descompune în părți independente, acest fapt nu era unanim acceptat în acea vreme. Modul de gândire clasic era încă dominant și mulți fizicieni concepeau încă lumea în termenii celor mai mici „cărămizi”; de altfel, această concepție mai dăinuie și astăzi.

Alte două descoperiri au venit să arate că o asemenea concepție trebuie abandonată. Una dintre ele a fost experimentală, cealaltă teoretică și amândouă au început prin anii '30. În ceea ce privește fizica experimentală, pe măsură ce se rafinau tehnologiile și se dezvolta tehnica de detecție au fost descoperite noi particule. Și așa numărul lor a crescut de la 3 la 6 în 1935, apoi la 18 prin 1955, pentru ca astăzi să cunoaștem peste 200 de „particule elementare”. În figura următoare, cele două tabele reproduse dintr-o publicație recentă¹¹ cuprind clasificarea celor mai multe dintre particulele cunoscute astăzi. Ele reprezintă un argument convingător în sprijinul afirmației că atributul „elementar” nu mai este adecvat situației actuale. Pe măsură ce, de-a lungul anilor, s-au descoperit din ce în ce mai multe particule, a devenit evident faptul că nu toate pot fi numite „elementare” și astăzi ideea cea mai răspândită printre fizicieni este că nici una nu merită acest nume.

În sprijinul acestei convingeri vin realizările teoretice care au însoțit descoperirea experimentală a respectivelor particule. Curând după elaborarea teoriei cuantice a devenit evident faptul că descrierea completă a fenomenelor nucleare nu încapă în cadrul oferit de teoria cuantică și trebuie să se facă apel și la teoria relativității. Aceasta deoarece vitezele particulelor constrânse să se deplaseze în spații de dimensiunea diametrelor nucleare se apropie de viteza luminii. Observația este esențială pentru descrierea comportării lor, căci un fenomen care presupune viteze apropiate de viteza luminii nu poate fi descris corect decât în cadrul teoriei relativității. Va fi în mod necesar o descriere „relativistă”. Așadar, pentru a putea înțelege complet lumea nucleului avem nevoie de o teorie care să înglobeze teoria relativității și teoria cuantică. O asemenea teorie nu a fost încă elaborată, astfel încât nu avem nici până astăzi un model teoretic satisfăcător al nucleului. Deși deținem destule informații despre structura acestuia și despre interacțiile care se produc la nivelul său, nu înțelegem încă suficient natura și complexitatea forțelor nucleare. Nu există o teorie a nucleului comparabilă cu teoria cuantică ce descrie atomul. Dispunem de câteva modele „cuantic-relativiste” care explică foarte bine unele aspecte, însă fuzionarea teoriei cuantice și a celei relativiste într-o teorie completă a particulelor elementare constituie încă principala preocupare a fizicienilor teoreticieni.

Teoria relativității a influențat profund concepția noastră despre materie, obligându-ne să modificăm drastic conceptul de particulă. În fizica clasică, masa unui obiect a fost asociată întotdeauna cu noțiunea de substanță indestructibilă, un fel de suport material din care sunt făcute toate corpurile. Teoria relativității a arătat că masa nu are nimic de-a face cu substanța, ea nefiind altceva decât o formă de energie. Energia este o mărime dinamică asociată activității și proceselor de transformare. Faptul că masa unei particule este echivalentul unei anumite cantități de energie arată că particula nu poate fi gândită ca un obiect static, ci ca o entitate dinamică, deci ca un proces care implică energie, aceasta manifestându-se ca masă.

Acest nou mod de a concepe lumea particulelor a fost inițiat de Dirac, atunci când a formulat ecuația relativistă ce

descrie comportarea electronilor. Teoria lui Dirac s-a dovedit de mare succes în explicarea unor detalii legate de structura atomică și în plus, a relevat simetria materie-antimaterie. Ea a prezis existența unui anti-electron, particulă cu masa egală cu a electronului, dar cu sarcină electrică de semn opus. Această particulă încărcată pozitiv și numită astăzi pozitron a fost într-adevăr descoperită la doi ani după ce Dirac prezisese existența ei. Simetria materie-antimaterie presupune existența câte unei particule corespunzătoare fiecărei particule, cu masa egală și cu sarcină electrică opusă. Dacă se furnizează suficientă energie se pot crea perechi particulă-antiparticulă; procesul invers, de anihilare, transformă perechea în energie pură. Teoria lui Dirac a prezis existența proceselor de creare și anihilare înainte ca ele să fie puse în evidență experimental; de atunci, ele au fost observate de milioane de ori.

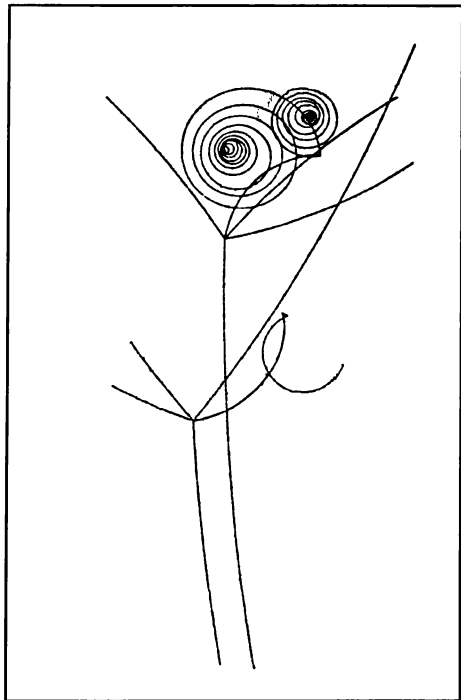
Crearea particulelor din energie pură reprezintă cu siguranță cel mai spectaculos rezultat al teoriei relativității și poate fi înțeleasă numai în cadrul concepției expuse mai sus. În perioada anterioară abordării relativiste a studiului particulelor elementare, constituenții materiei erau considerați elemente indestructibile, nemodificabile sau corpuri complexe care puteau fi descompuse în elemente din ce în ce mai simple, iar întrebarea-cheie era: se poate descompune la nesfârșit materia sau se ajunge în cele din urmă la constituenți elementari, indivizibili? Odată cu descoperirea lui Dirac această problemă a apărut într-o altă lumină. Când două particule de mare energie se ciocnesc, ele se „sparg în bucăți”, dar particulele rezultate nu sunt nicidecum mai mici decât cele din care provin, ci sunt particule de același tip create din energia de mișcare (energia cinetică) implicată în procesul de ciocnire. Problema divizării materiei este astfel rezolvată într-un mod cu totul neașteptat. Particulele nu pot fi descompuse decât într-un singur fel: făcându-le să se ciocnească la energii uriașe. Astfel, materia este descompusă la nesfârșit, dar fără a se ajunge la particule mai mici; dimpotrivă, la asemenea energii se generează particule. Cu alte cuvinte, particulele subatomice sunt destructibile și indestructibile în același timp.

Această stare de lucruri este condamnată să rămână paradoxală din punctul de vedere clasic, static, al „celor mai

mici cărămizi“. Doar prin adoptarea punctului de vedere relativist se elimină paradoxul. Particulele sunt privite ca niște entități sau procese dinamice, care implică anumite energii pe care noi le percepem drept masă. Prin coliziune, energia celor două particule care interacționează este redistribuită spre a genera noi entități, iar dacă energia cinetică furnizată a fost suficientă, aceste noi entități ne pot apărea ca niște particule.

Procesele de ciocnire la energii foarte mari constituie pentru fizicieni principala metodă de studiu a proprietăților acestor particule, așa încât fizica particulelor elementare mai este numită și „fizica energiilor înalte“. Energiile cinetice necesare unor asemenea procese se obțin cu ajutorul acceleratoarelor de particule, dispozitive complexe de formă circulară, cu circumferința de câteva mile, în care protonii sunt accelerați până la viteze apropiate de viteza luminii și apoi suferă ciocniri cu alți protoni sau cu neutroni. Este surprinzător și impresionant faptul că asemenea uriașe mașini sunt necesare în studiul lumii infinitului mic. Ele sunt super-microscopalele timpului nostru.

Majoritatea particulelor generate în aceste procese de coliziune există un timp extrem de scurt – cu mult mai puțin de o milionime de secundă –, după care se dezintegrează în protoni, neutroni și electroni. În ciuda infimului lor timp de viață, aceste particule pot fi detectate și caracteristicile lor măsurate; mai mult, urmele traseelor lor pot fi fotografiate! Urmele traseelor sunt produse în așa-numitele camere cu bule într-o manieră similară traiectoriilor avioanelor cu reacție. Particulele ale căror urme sunt vizualizate au dimensiuni mult mai mici decât bulele care formează traiectoria, dar pe baza formei și îngustimii traiectoriei fizicienii identifică particula care a produs-o. În fotografia alăturată se pot vedea urme lăsate într-o cameră cu bule. Punctele din care se desprind mai multe traiectorii sunt puncte de ciocnire, iar curbura traiectoriilor este cauzată de câmpurile magnetice aplicate pentru a permite identificarea lor. Experimentele de coliziune constituie principala noastră metodă de studiu al proprietăților și interacțiilor particulelor, iar aceste frumoase urme liniare, spirale sau curbe lăsate în camera cu bule sunt, din acest motiv, de maximă importanță pentru fizica modernă.



Această fotografie și altele asemănătoare au fost obținute în urma unui proces de inversare, pentru a se pune mai bine în evidență traseele particulelor; este o metodă la care fizicienii recurg adesea.

Experimentele de împrăștiere la energii înalte efectuate în ultimele decenii au demonstrat cu putere natura dinamică a particulelor elementare. Ele au pus în evidență o materie permanent susceptibilă de mutații. Orice particulă se poate transforma în altă particulă; poate fi generată din energie și se poate transforma în energie. În această lume, concepte clasice ca „particulă elementară”, „substanță”, „corp izolat” și-au pierdut înțelesul; întregul Univers ne apare ca un sistem dinamic de entități și procese energetice inseparabile.

Până în prezent nu dispunem de o teorie bine încheiată care să descrie lumea subatomică, deși există câteva modele care explică foarte bine unele aspecte. Ele nu sunt lipsite de dificultăți matematice și din anumite puncte de vedere se contrazic reciproc, dar toate sunt de acord în privința caracterului dinamic al materiei și a unității lumii. Ele arată că proprietățile unei particule pot fi înțelese numai din perspectiva interacțiilor sale cu mediul și că, din această cauză, particula nu poate fi privită ca o entitate izolată, ci ca parte a întregului.

Teoria relativității nu afectează numai imaginea pe care ne-o făcusem despre particulele elementare, ci și concepția noastră în legătură cu forțele de interacție dintre ele. Din punct de vedere relativist, aceste forțe – de atracție sau de respingere – reprezintă schimburi de particule. Acest concept este dificil de asimilat. Reprezintă o consecință a caracterului cvadridimensional al spațiu-timpului subatomic, caracter greu de intuit și încă și mai greu de exprimat în cuvinte. El este însă esențial pentru înțelegerea fenomenelor subatomice, deoarece leagă forțele care se exercită între unii din constituenții materiei de proprietățile altor constituenți și astfel unifică noțiunile de forță și materie care, de la filosofii atomiști greci încoace păreau fundamental diferite. Atât forțele, cât și materia par să își aibă originea în acele entități dinamice pe care le numim particule.

Faptul că particulele interacționează prin intermediul unor forțe care se manifestă prin schimbul altor particule constituie un alt motiv care face ca lumea subatomică să nu poată fi descompusă în părți componente. Începând de la

nivelul macroscopic și coborând până la cel nuclear, forțele care se exercită între corpuri sunt relativ slabe ca intensitate, astfel încât într-o bună aproximație se poate spune că diferitele corpuri sunt alcătuite din părți componente. Despre un bob de sare se poate spune că este alcătuit din molecule, moleculele la rândul lor din două tipuri de atomi, atomii din nuclee și electroni, iar nucleele din protoni și neutroni. La nivelul particulelor elementare lucrurile nu mai pot fi privite la fel.

În ultimii ani s-au înmulțit dovezile în sprijinul afirmației că protonii și neutronii sunt și ei particule compuse; dar forțele care mențin respectivele componente împreună sau – ceea ce înseamnă același lucru – vitezele particulelor subnucleonice sunt atât de mari, încât recurgând la modul de abordare relativist se dovedește că forțele nu sunt altceva decât particule. Astfel, distincția dintre componentele subnucleonice și forțele care se exercită între componentele subnucleonice nu mai are suport, iar aproximația particulelor compuse este depășită. Lumea particulelor nu se poate descompune în componente elementare.

Fizica modernă privește așadar Universul ca pe un întreg dinamic, indivizibil și de care observatorul nu se poate separa. Noțiunile tradiționale de spațiu, timp, obiect izolat, cauză și efect își pierd sensul. Această imagine se apropie foarte mult de aceea a misticilor din Orient. Asemănările devin evidente în cadrul teoriei cuantice și al celei relativiste și mai ales în modelele cuantic-relativiste care descriu domeniul subatomic, modele pentru elaborarea cărora se combină cele două teorii și care prezintă tulburătoare trimiteri la mistica orientală.

Înainte de a mă ocupa de paralela dintre fizica modernă și mistica orientală, voi rezuma principalele teme și idei caracteristice școlilor filosofice orientale și anume pe acelea relevante pentru cititorul nefamiliarizat cu ele. Mă voi referi la hinduism, budism și taoism. În următoarele cinci capitole voi încerca să descriu cadrul istoric, trăsăturile și concepțiile filosofice ale acestor tradiții spirituale, punând accent pe acele aspecte și noțiuni care sunt de mare importanță pentru comparația cu fizica modernă.



calea mistică

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= \bar{\psi} i \gamma^\mu D_\mu \psi - \frac{i}{2} g \bar{\psi} \gamma^\mu (D_\mu U) \psi - m \bar{\psi} U \psi + \frac{1}{4} T (D^\mu U D_\mu U^\dagger) \\ &= \bar{N} i \gamma^\mu (D_\mu + M_\mu) N - m \bar{N} N + \frac{1}{4} T (D^\mu U D_\mu U^\dagger) \\ N &= U^\mu \psi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_\mu U &= \partial_\mu U - 2ig f_{\mu\nu} \tilde{e} (\tilde{\psi} \times \tilde{\psi}) + ig f_{\mu\nu} \tilde{e} \tilde{e} - 2g f_{\mu\nu} \tilde{e} \tilde{e} \\ D_\mu N &= \partial_\mu N - ig \left[\tilde{e} \tilde{e} - (ig) f_{\mu\nu} \tilde{e} (\tilde{e} \times \tilde{e}) + \frac{2f_{\mu\nu}}{16} (\tilde{e} \times \tilde{e}) \tilde{e} \right] N \\ &\quad - ig \left[(ig) f_{\mu\nu} \tilde{e} \tilde{e} - f_{\mu\nu} (\tilde{e} \times \tilde{e}) + (ig) f_{\mu\nu} \frac{2f_{\mu\nu}}{16} (\tilde{e} \times \tilde{e}) \tilde{e} \right] N \\ M_\mu &= U^\mu \partial_\mu U^\dagger + \frac{1}{2} (U^\mu \partial_\mu U^\dagger) U^\mu \\ U &= \tilde{e} (\tilde{e} \times \tilde{e}) + 2if_{\mu\nu} f_{\mu\nu} (\tilde{e} \times \tilde{e}) \end{aligned}$$

१ म = अष्ट ।]

अतस्य यज्ञस्य धूर्षदं धृति निर्वहणे मीढम् यज्ञनिर्वाहकमग्निं
मिधं न मिधमिव ममिधानः दधेदेपियमानः अश्नुते । प्रमाधयति ।
अश्नुतिः प्रमाधनकमा । दन्वानः । मय्यदौयमानः । अकः ।
ज्वालाभमिदादिभिराकान्तः । अन्यैरनाकान्तो वा । कमेष्टान्दमो
डः । विदधेषु । यज्ञेषु वेदयत्सु स्तोत्रेषु निमित्तभूतेषु दीद्यत्
स्वयं दौयमानोऽस्मदीयां धियं प्रजा यागादिविषयां गुह्यवर्णां
गुह्यवर्णां निर्मलां ज्योतिष्टोमादि कर्म वा उद् यमते । उद्योतय-
त्येव । यमेर्लेश्वागमः । निप् । उगच्छोऽवधारणे । धीरिति कर्म-
नाम । धीः शमीति तन्नामसु पाठात् ॥

5

hinduismul

Un fapt care trebuie subliniat, căci este esențial pentru cunoașterea curentelor filosofice despre care se va vorbi, este acela că ele sunt în esență religioase. Scopul lor principal îl reprezintă experiența mistică directă și atâta timp cât această experiență este de natură religioasă, ele nu pot fi separate de religie. Această afirmație este valabilă pentru hinduism mai mult decât pentru oricare altă tradiție orientală; în hinduism filosofia și religia sunt inseparabile. S-a spus că gândirea indiană este în totalitate religioasă, iar hinduismul nu numai că a influențat de-a lungul secolelor activitatea intelectuală în India, dar i-a determinat aproape în totalitate viața socială și culturală.

Hinduismul nu poate fi desemnat drept filosofie și nici nu reprezintă o religie bine definită. Este, mai degrabă, un complex organism socio-religios compus din nenumărate secte, culte și curente filosofice, implicând ritualuri, ceremonii și discipline spirituale variate și incluzând dîvinizarea unui număr impresionant de zeități. Multiplele fațete ale puternicei și persistentei tradiții spirituale oglindesc complexitatea cadrului geografic, rasial, lingvistic și cultural al subcontinentului indian. Influența hinduismului acoperă toată gama manifestărilor spiritului, de la concepțiile filosofice de mare profunzime rezervate elitei și până la practicile rituale

populare. Dacă majoritatea adeptilor nu sunt decât simpli pelerini care păstrează vie religia populară prin practici de divinație zilnice, nu este mai puțin adevărat că hinduismul a produs și un număr de personalități care i-au făcut cunoscute ideile.

Hinduismul își află sursele în *tradiția vedică*, o culegere de texte antice datorate unor autori anonimi – așa-numiții „vizionari vedici”. Sunt patru culegeri de *Vede*, cea mai veche dintre ele fiind *Rig Veda*. Redactate în sanscrită, limba sacră a Indiei, *Vedele* constituie pentru majoritatea sectelor hinduiste cea mai înaltă autoritate religioasă. În India, orice sistem filosofic care nu recunoaște autoritatea tradiției vedice este considerat neortodox.

Tradiția vedică cuprinde mai multe părți compuse în perioade diferite în intervalul 1500–500 î.Hr. Cele mai vechi texte cuprind imnuri sacre și rugăciuni. Altele reprezintă manuale de cult, ocupându-se de sacrificiile rituale și de formele ceremoniale aferente, iar ultimele, numite *Upanishade*, cuprind învățăturile spirituale ale maeștrilor. *Upanishadele* rezumă esența mesajului spiritual al hinduismului. Aceste texte au inspirat cele mai remarcabile conștiințe ale Indiei în ultimele 25 de secole; în acest sens, iată ce se spune în următorul fragment:

*Upanișadele sunt ca o armă care se ascute
prin meditație,
Ca un arc pe care, cu atenția întreagă
îndreptată asupra
Adevărului, asupra lui Ceea Ce Este, încordându-l, prietene
Să întezi Nepieritorul cum ai străpunge o țintă.¹*

Masele populare au receptat învățăturile hinduismului nu prin intermediul *Upanishadelor*, ci prin intermediul poemelor epice care rezumă mitologia indiană, vastă și plină de culoare. Unul dintre aceste poeme epice, *Mahabharata*, include cel mai important text cu conținut religios, *Bhagavad*

Gita. Gita, cum îl numesc indienii, este un dialog între zeul Krishna și războinicul Arjuna, acesta din urmă aflat în mare dilemă, căci este forțat să lupte împotriva propriilor rude în marele razboi care-i aduce față în față pe descendenții aceleiași neam și care constituie nucleul epic al Mahabharatei. Krishna, deghizat în conducător al carului de luptă al lui Arjuna, îl duce pe acesta chiar în spațiul dintre cele două armate și în momentul de maxim dramatism dinaintea declanșării bătăliei îi revelează învățăturile profunde ale hinduismului. Pe măsură ce zeul vorbește, fundalul realist al bătăliei celor două familii se estompează și devine evident că lupta lui Arjuna este bătălia spirituală a ființei umane, este bătălia în care războinicul se străduiește să atingă iluminarea. Krishna însuși îl sfătuiește pe Arjuna:

*De aceea, tăind cu sabia Cunoașterii Sinelui
îndoiala din inima, născută din necunoaștere,
îndreaptă-te spre yoga și ridică-te, mare
războinic, ridică-te, o, Bharata.²*

Doctrina spirituală expusă de Krishna, doctrina hinduistă, are la bază ideea că fenomenele nu sunt decât manifestări diferite ale aceleiași realități ultime. Această realitate, numită *Brahman*, reprezintă conceptul unificator care conferă religiei hinduiste caracterul monoteist.

Brahman este „sufletul”, esența sacră a Universului. Este infinit și transcende conceptualizarea; nu este accesibil pe cale intelectuală, nici nu poate fi cuprins în cuvinte. „... supremul *Brahman*, fără de început, despre care se spune că nu este nici Ființă, nici Neființă.”³ – „Mai presus de înțelegere se află Marele Suflet, fără sfârșit, nenăscut, de necuprins cu mintea.”⁴ Și totuși oamenii vor să vorbească despre această realitate, iar înțelepții hinduiști, cu predilecția cunoscută pentru mit, se referă la *Brahman* ca la o divinitate și vorbesc despre el în limbaj mitic. Diferitele aspecte ale Divinității au primit numele zeilor cărora li se închină.

hinduizării, dar scripturile arată că toți acești zei nu sunt decât reflexii ale unicei realități primordiale:

Astfel, când se spune: „Sacrifică-i aceluia, sacrifică-i celuilalt”, zeilor unul câte unul, aceasta este creațiunea sa parte cu parte, căci el însuși este toți zeii.”⁵

Corespondentul lui *Brahman* la nivelul sufletului omenesc este numit *Atman*.

Ramura aceasta este cea în care totul își are firea, este Realul, este Sinele. Este Atman.”⁶

Tema principală, care revine mereu în mitologia hinduistă, este aceea a creării lumii prin sacrificiul Divinității – „sacrificiu” în sensul original al noțiunii, acela de „a sacraliza” – prin care din Divinitate se naște lumea care, în final, se va întoarce în Divinitate. Actul creator al Divinității este numit *lila*, jocul sacru, iar lumea nu este altceva decât scena pe care se joacă piesa sacră. Ca toate celelalte mituri hinduiste, mitul *lila* este impregnat de magie. *Brahman* este marele vrăjitor care face să se nască lumea prin „puterea sa creatoare magică” – aceasta fiind semnificația originară a termenului *maya* în *Rig Veda*. *Maya*, unul din conceptele fundamentale ale filosofiei indiene, și-a schimbat în timp semnificația. Dacă la început prin *maya* se înțelegea „puterea”, „capacitatea” actorului sau a vrăjitorului divin de a crea formele lumii, mai târziu a ajuns să desemneze starea celui orbit de iluzia jocului magic. Atâta timp cât confundam multitudinea formelor divinei *lila* cu realitatea însăși, fără să percepem unitatea lui *Brahman* aflată la baza acestei multiplicități, suntem sclavii *maya*-ei.

Maya nu presupune caracterul iluzoriu al lumii, așa cum se afirmă adesea în mod eronat. Iluzia se află la nivelul înțelegerii noastre, în faptul de a lua drept realitate formele și structurile, obiectele și fenomenele din jurul nostru, în loc de a înțelege că ele nu sunt decât concepte abstracte produse

de intelect. *Maya* este iluzia prin care conceptele sunt identificate cu realitatea, prin care harta este confundată cu teritoriul.

În viziunea adepților hinduismului, multiplicitatea formelor este *maya* – relativă, fluidă, permanent schimbătoare, întreținută de marele regizor divin. *Maya* se schimbă în mod continuu, căci divină *lila* este un joc ritmic, dinamic. Forța care pune în mișcare acest mecanism este *karma*, un alt concept de maximă importanță pentru gândirea indiană. *Karma* înseamnă „acțiune”. Este principiul activ al jocului, care face ca întregul Univers să se afle în mișcare în așa fel încât fiecare entitate să fie conectată dinamic cu restul. Așa cum se spune în *Gita*, „Karma este forța creației, prin care toate primesc viață.”⁷

Semnificația *karmei*, ca și aceea a conceptului de *maya*, a fost translatată din plan cosmic în plan uman, unde a căpătat dimensiune psihologică. Atâta timp cât percepem lumea doar fragmentar, atâta timp cât ne aflăm sub imperiul *maya*-ei, gândind propria noastră ființă ca separată de restul realității, rămânem înlănțuiți de *karma*. A te elibera de constrângerea *karmei* înseamnă a fi conștient de unitatea și armonia naturii în care propria noastră ființă este inclusă, și a acționa în conformitate cu această concepție. *Gita* afirma fără ezitare:

*Indestructibilul este supremul Brahman; Natura proprie este numită Sinele suprem; Creația care aduce la viață ființele este numită sacrificiu.*⁸

Pentru a risipi *maya*, pentru a ne elibera de lanțurile *karmei*, trebuie să înțelegem toate fenomenele perceptibile pe cale senzorială ca părți ale unei realități unice. Să experimentăm direct și concret starea de unic – *Brahman*. În filosofia hinduistă, această experiență este numită *moksha*, „eliberare” și constituie scopul suprem, esența filosofiei hinduiste.

Hinduismul admite existența a nenumărate căi de eliberare. Nu așteaptă ca adepții să caute să atingă starea divină în același mod și, de aceea, dispune de concepte, ritualuri și exerciții spirituale diferite corespunzătoare diverselor căi ce pot fi urmate pentru a atinge iluminarea. Faptul că multe concepte și multe practici au caracter contradictoriu nu-i îngrijorează defel pe hinduiști, căci ei știu că *Brahman* se află, oricum, dincolo de concepte și imagini. Din această atitudine derivă marea toleranță și caracterul atotcuprinzător al religiei hinduiste.

Cea mai intelectualistă școală este Vedanta, care are la bază *Upanishadele* și în care *Brahman* apare ca un concept impersonal, metafizic, eliberat de orice conținut mitologic. În ciuda caracterului pronunțat metafizic, intelectualizant, calea de eliberare propusă de Vedanta este substanțial diferită de acelea oferite de orice școală filosofică occidentală, presupunând meditație zilnică și alte exerciții spirituale pentru realizarea unității cu *Brahman*.

O altă metodă importantă și cu mare influență este cea cunoscută sub numele de *yoga*, cuvânt care are semnificația de „a uni“, „a lega“ și se referă la realizarea unirii eu-lui cu *Brahman*. Există numeroase școli sau „căi“ yoga care oferă tehnici corporale și discipline mentale ce se adresează unor categorii diferite de oameni și presupun nivele spirituale diferite.

Pentru hinduistul obișnuit, cea mai populară modalitate de a își apropia Divinul consta în a-L diviniza în forma zeilor și a zeițelor. Fertila imaginație indiană a creat mii de asemenea zeități în nenumărate ipostaze și încarnări. Astăzi în India, cei mai importanți trei zei sunt Shiva, Vishnu și Marea Zeiță. Shiva este unul dintre cei mai vechi zei indieni, divinizat în multe ipostaze. Când este reprezentat ca personificare a lui *Brahman* este numit *Mahesvara*, Zeul Suprem; el poartă, de asemenea, multiplele attribute singulare ale Divinului, cea mai

celebrată imagine a sa fiind aceea de *Nataraja*, Rege al Dansatorilor. Dănțuitor cosmic, Shiva creează și distruge lumile, întreținând prin dansul său ritmul nesfârșit al Universului.

La rândul său, Vishnu apare în religiozitatea populară în numeroase ipostaze, una din ele fiind aceea a zeului Krishna din *Bhagavad Gita*. Rolul său constă, în general, în a face posibilă organizarea Universului. Ultima divinitate a acestei triade este Shakti, Marea Zeiță Mamă, divinitate arhetipală simbolizând în numeroasele sale reprezentări energia feminină a Universului. Shakti apare și în ipostaza de soție a lui Shiva și cei doi sunt adesea reprezentați într-o îmbrățișare pasionată pe pereții templelor decorați cu sculpturi magnifice, care radiază o senzualitate complet străină artei religioase a Occidentului. Spre deosebire de majoritatea religiilor apusene, hinduismul nu a condamnat niciodată senzualitatea; adepții hinduismului consideră trupul o parte integrantă, neseparată de spirit, a ființei umane. Dealtfel hinduistul nu încearcă să își disciplineze prin voință dorințele trupului, ci caută să se realizeze ca întreg, cu trup și suflet. Tantrismul medieval, școală ce derivă din hinduism, caută iluminarea pe calea experienței sexuale în care, așa cum spun *Upanishadele*, „fiecare este amândoi”:

*Așa cum cel îmbrățișat de femeia dragă nu știe nimic dinafară, nici dinlăuntru, la fel și Spiritul acesta, îmbrățișat de Sinele intelectual, nu știe nimic dinafară, nici dinlăuntru.*⁹

Shiva a fost asociat acestei forme de mistică erotică medievală și tot așa s-a întâmplat și cu Shakti și cu multe alte divinități feminine care populează mitologia-hinduistă. Această abundență a elementului feminin demonstrează încă o dată că latura fizică, senzuală a condiției umane, asociată întotdeauna cu femininul, este parte integrantă a Sacrului. Zeițele panteonului hinduist sunt fecioare pe care artiștii le reprezintă în îmbrățișări de o frumusețe amețitoare.

Spiritul occidental este șocat de numărul incredibil de divinități feminine și masculine ale mitologiei hinduiste, ca și de variatele lor ipostaze și încarnări. Spre a înțelege cum se poate descurca hinduistul în acest hățiș de divinități, nu trebuie să pierdem din vedere faptul că, pentru el, toate sunt în esență identice. Toate sunt manifestări ale aceleiași realități sacre și reflectă multiplele aspecte ale infinitului, omniprezentului și – în cele din urmă – incomprehensibilului *Brahman*.

6 budismul

Vreme de mai multe secole budismul a constituit tradiția spirituală dominantă în cea mai mare parte a Asiei incluzând Indochina, Sri Lanka, Nepal, Tibet, China, Coreea și Japonia. Ca și hinduismul în India, budismul a avut o puternică influență asupra vieții culturale și artistice a acestor țări. Însă, spre deosebire de hinduism, budismul are un singur fondator, Siddharta Gautama, cel numit Budha. El a trăit în India pe la mijlocul secolului al VI-lea î.H., adică în epoca fabuloasă care a fost martora existenței atâtor genii ale spiritualității: Confucius și Lao Tse în China, Zarathustra în Persia, Pitagora și Heraclit în Grecia.

Dacă hinduismul este puternic impregnat de mitologie și ritual, principala dimensiune a budismului este cea psihologică. Budha nu a urmărit satisfacerea curiozității omenești în legătură cu originea lumii, natura divinului și alte asemenea întrebări. El era preocupat exclusiv de condiția umană, de suferință și frustrare. Astfel, doctrina sa nu este una metafizică, ci se constituie într-o metodă de psihoterapie. El a revelat originea suferințelor omenești și calea de urmat pentru înlăturarea lor, preluând conceptele străvechi *maya*, *karma*, *nirvana*, etc. și îmbogățindu-le, conferindu-le noi dimensiuni relevante din punct de vedere psihologic.

După moartea părintelui său, budismul s-a scindat în două școli, Hinayana și Mahayana. Hinayana, „Micul

Vehicul", este școala budistă ortodoxă, care se revendică de la învățăturile lui Budha însuși, în timp ce Mahayana, sau „Marele Vehicul", promovează o atitudine mai flexibilă față de interpretarea dogmei, afirmând că tradiția trebuie urmată nu atât în litera, cât în spiritul său. Budismul Hinayana s-a răspândit în Ceylon, Burma și Thailanda, iar budismul Mahayana în special în Nepal, Tibet, China și Japonia și a câpătat o influență și o autoritate mai mari decât Hinayana. În India, budismul a fost asimilat după multe secole de religia hinduistă, flexibilă și tolerantă, iar Budha însuși a fost acceptat în cele din urmă ca încarnare a zeului Vishnu.

Pe măsură ce s-a răspândit în interiorul continentului asiatic, budismul Mahayana a venit în contact cu o mare varietate de civilizații, culturi și mentalități care au preluat și au interpretat doctrina lui Budha adaptând-o specificului propriu, detaliind multe aspecte și adăugându-i idei originale. Astfel, aceste popoare au păstrat budismul peste secole ca o religie vie și așa a fost posibil să se dezvolte școli filosofice care sondează în profunzime psihicul uman.

În ciuda nivelului intelectual ridicat pe care îl presupun din partea adeptilor aceste filosofii, budismul Mahayana nu se pierde niciodată în speculații abstracte. Ca în toate școlile mistice orientale, intelectul este privit mai degrabă ca instrumentul care pregătește calea spre experiența mistică directă, pe care budiștii o numesc „iluminare". Sensul acestei experiențe constă în a trece dincolo de regatul intelectului, al distincțiilor și contrariilor cu care operează rațiunea și în a ajunge în planul *acintya*, dincolo de gândire, unde realitatea apare ca un tot nedivizat, nediferențiat.

Aceasta este experiența pe care a trăit-o într-o noapte Siddharta Gautama, după șapte ani de asceză în sălbăticia pădurilor. Așezat sub un smochin – veneratul copac al lui Budha, Arborele Trezirii –, în profundă meditație, el găsește dintr-o dată răspunsul la toate întrebările care-l frământaseră, obiectul căutărilor sale, în însuși actul „completei, neasemuitei treziri" și astfel devine *Budha*, adică „Iluminatul". Pentru lumea Orientului, imaginea lui Budha

șezând în stare de profundă meditație este la fel de semnificativă ca și imaginea lui Isus răstignit pentru lumea Occidentului creștin; ea a inspirat nenumărați artiști din toată Asia care au creat superbe sculpturi înfățișându-l pe Budha în meditație.

Conform tradiției budiste, imediat după dobândirea trezirii, Budha a plecat la Benares și a predicat învățătura sa asceților care-i fuseseră ucenici, pe Pajiștea Cerbilor. Le-a dezvăluit existența celor Patru Adevăruri, doctrină pe care o abordează într-un mod ce nu diferă esențial de modul în care își elaborează fizicienii modelele, identificând mai întâi cauza suferinței, afirmând existența unei căi de a o curma și în cele din urmă arătând care este remediul.

Primul Adevăr este acela că există suferință, *duhkha*, caracteristica esențială a condiției umane. Această suferință, sau frustrare, se datorează dificultății de a accepta că tot ce ne înconjoară este supus trecerii. „Toate se nasc și toate mor”¹ a spus Budha; budismul își află originea în afirmarea ideii că transformarea și trecerea sunt aspecte esențiale ale naturii. Suferința apare, în concepția budiștilor, atunci când ne împotrivim trecerii și încercăm să creăm forme fixe, care – fie că este vorba de obiecte, fenomene, oameni sau idei – sunt toate *maya*. Doctrina nepermanenței include și ideea inexistenței ego-ului etern care ar suporta experiențe succesive. Budismul afirmă că ideea existenței unui eu separat este o iluzie, o altă formă de *maya*, o noțiune abstractă fără corespondent în realitate. Faptul de a ne agăța de această noțiune conduce la același sentiment de frustrare ca și perseverarea în a concepe orice fel de formă fixă.

Al Doilea Adevăr se referă la cauza suferinței, *trishna*. Aceasta este dorința, tânjirea fără sens bazată pe o concepție greșită despre viață, care în filosofia budistă se numește *avidya*, sau ignoranță. Din ignoranță concepem lumea perceptibilă ca pe o lume divizată în individualități separate și încercăm să încorsetăm formele fluide ale realității în categoriile fixe create de mentalul nostru. Atâta

timp cât această concepție prevalează, trăim la fiecare experiență a noastră un sentiment de frustrare. Căutând să ne agățăm de formele pe care le credem imuabile, dar care sunt de fapt, supuse trecerii, ne găsim prinși într-un cerc vicios în care fiecare acțiune generează o alta și răspunsul dat unei întrebări nu face altceva decât să nască alte întrebări. Cercul acesta vicios este numit în budism *samsara*, ciclul reîncarnărilor, iar motorul său este *karma*, lanțul cauzelor și al efectelor.

Al Treilea Adevăr este acela că frustrarea și suferința pot fi înlăturate. Este cu puțință să ieșim din cercul vicios *samsara*, să ne eliberăm de lanțurile *karmei* și să atingem starea de totală eliberare numită *nirvana*. În această stare dispare concepția de eu separat și se trăiește senzația constantă a lumii ca întreg, ca unitate. *Nirvana* este echivalentul *mohksha*-ei din hinduism; fiind o stare a conștiinței aflată în afara zonei intelectului, scapă oricărei încercări de a o descrie. A intra în *nirvana* înseamnă a atinge iluminarea, sau starea de Budha.

Al Patrulea Adevăr revelează calea care duce la extincția suferinței, sau Calea Cu Opt Ramuri pentru atingerea stării de Budha. Am menționat deja primele două „ramuri” ale căii; ele pretind ca punct de plecare corecta observare și cunoaștere a condiției umane. Următoarele patru se referă la modul de acțiune. Ele oferă regulile după care se desfășoară viața adeptului religiei budiste, regulile Căii de Mijloc între complementarele extreme. Ultimele două „ramuri” ale căii se referă la trezire și meditație, și descriu experiența mistică directă a realității, care este scopul suprem al practicilor budiste.

Budha nu și-a organizat ideile într-un sistem filosofic, ci a considerat că ele au valoare doar ca instrumente care permit atingerea stării de iluminare. El accentuează nepermanența lucrurilor și insistă asupra libertății individului față de orice autoritate spirituală, inclusiv aceea a doctrinei budiste, arătând că nu face altceva decât să indice calea de urmat – modalitatea în care ea va fi abordată depinzând de

efortul fiecăruia. Ultimele cuvinte rostite de el pe patul de moarte rezumă viziunea sa asupra lumii și atitudinea sa ca maestru spiritual: „Descompunerea este inerentă tuturor celor compuse. Străduiți-vă să dobândiți trezirea.”²

În primele secole după moartea lui Budha, călugării budiști s-au reunit în Concilii în care au recitat învățăturile maestrului și au dezbătut probleme de doctrină. La cel de-al patrulea Conciliu, cel din Ceylon (Sri Lanka), în secolul I d.Hr., tradiția care se răspândise vreme de cinci veacuri numai pe cale orală, a fost pentru prima dată transcrisă. Acest text, redactat în dialectul Pali, este cunoscut sub numele de Canonul Pali și constituie textul fundamental al budismului ortodox Hinayana. Școala Mahayana, pe de altă parte, are ca bază doctrinară un număr de *sutre*, texte ample, redactate în sanscrită un secol sau două mai târziu, în care învățăturile lui Budha sunt prezentate într-o formă mult mai elaborată, mai doctă decât în cazul Canonului Pali.

Școala Mahayana se autointitulează Marele Vehicul al Budismului în virtutea faptului că oferă adeptilor o mare diversitate de metode sau căi pentru a atinge starea de Budha. Acestea au la bază o doctrină care pune accent pe devotamentul religios față de învățătura lui Budha, ca și un demers filosofic care operează cu concepte foarte apropiate de cele ale științei moderne.

Exponentul cel mai important al școlii Mahayana și unul din cei mai profunzi maeștri ai budismului, Ashvaghosha, a trăit în primul secol al erei noastre. El a strâns laolaltă învățăturile curentului Mahayana – în special cele care se referă la conceptul de „ceea ce este” – într-o carte numită *Trezirea Credinței*. Acest text de o mare frumusețe, care amintește pe alocuri de *Bhagavad Gita*, constituie primul tratat de budism Mahayana și a devenit unul din textele clasice pentru adepții acestei școli.

Scrierile lui Ashvaghosha l-au influențat puternic pe Nagarjuna, cel mai intelectual dintre filosofi Mahayana, care a demonstrat în termeni dialectici limitările conceptualizării. Cu argumente strălucite el sancționează enunțurile

metafizice care dominau epoca arătând în final că realitatea nu poate fi încătușată în idei și concepte. El a numit această realitate *sunyata*, „vid” sau „gol”, echivalentul termenului *tathata* care apare la Ashvaghosha; odată cu recunoașterea inutilității conceptualizării se trăiește experiența realității ca pură stare de a fi.

Afirmația lui Nagarjuna, conform căreia trăsătura esențială a materiei este starea de vid, este departe de a propune punctul de vedere nihilist, așa cum este înțeleasă de obicei. Mai degrabă vrea să acuze lipsa de substanță a conceptelor cu care opăresc intelectul uman. Când realitatea este percepută ca vid, ea nu este văzută ca inexistență, ci ca sursă a vieții și esență a formelor.

Concepția, expusă până aici, care constituie cadrul filosofic al budismului Mahayana, reflectă latura sa intelectuală, speculativă. Dar este doar un aspect al doctrinei. Căci există complementarul său, care implică credința, iubirea și mila. Școala Mahayana consideră că adevărata înțelepciune, înțelepciunea în iluminare (*bodhi*), presupune două elemente, pe care D. T. Suzuki le numește „cei doi stâlpi care susțin marele edificiu al budismului”. Este vorba despre *prajna*, sau înțelepciunea, îneligența intuitivă și de *karuna*, iubirea sau mila.

Tot astfel, esența tuturor lucrurilor este descrisă în filosofia budistă Mahayana nu doar ca „ceea ce este” sau Vid, ci și prin termenul *Dharmakaya*, „Trupul Ființei”, care semnifică realitatea așa cum apare ea în conștiința religioasă budistă. *Dharmakaya* este echivalentul lui *Brahman* din hinduism. El se află în toate lucrurile iar în mentalul uman este reflectat de *bodhi*, înțelepciunea dobândită în iluminare. Este în același timp de natură materială și spirituală.

Accentuarea iubirii și a milei drept componente esențiale ale înțelepciunii și-a găsit expresia cea mai înaltă în idealul de Bodhisattva, una din realizările cele mai de seamă ale budismului Mahayana. Bodhisattva este omul înălțat spiritual care tinde să devină Budhă care nu caută

iluminarea pentru el însuși, ci caută ca înainte de a intra în *nirvana* să-î îndrume și pe ceilalți să atingă starea de Budha. Ideea își are rădăcinile în hotărârea lui Budha – prezentată în tradiția budistă drept un proces de conștiință foarte complex și nu ca o simplă decizie – de a se întoarce în lume după experiența intrării în *nirvana* pentru a arăta semenilor săi calea salvării. Idealul de Bodhisattva este în acord cu doctrina budistă a non-eului, căci dacă este adevărat că nu există eu separat, ideea de individ care trăiește de unul singur experiența intrării în *nirvana* nu are sens.

Elementul credință este puternic accentuat de școala numită a Pământurilor Pure, ramură a budismului Mahayana. Ideea de bază a acestei școli filosofice este aceea exprimată în doctrina budistă, care spune că starea originară a tuturor oamenilor este aceea de Budha și susține că pentru a intra în *nirvana* sau Pământul Pur, este suficient să crezi cu tărie în propria ta stare Budha originară.

Filosofia budistă culminează, după mulți autori, cu școala *Avatamsaka*, școală care are la bază *sutra* cu același nume. Această *sutra* este considerată nucleul budismului Mahayana și întrunește aprecierile entuziaste ale lui Suzuki:

*Cât despre Avatamsaka-sutra, ea este chintesența gândirii budiste, a spiritualității budiste, a experienței budiste. Pentru mine, nici o altă scriere religioasă a lumii nu se apropie de grandoearea concepției, profunzimea sentimentului și monumentalitatea compoziției atinse de această sutra. Este fântâna veșnică a vieții, de la care nimeni nu pleacă însetat sau doar pe jumătate sătul.*³

Această *sutra* a stimulat conștiința chinezilor și a japonezilor mai mult decât orice altceva atunci când budismul Mahayana s-a răspândit în Asia. Contrastul dintre modul de viață chinez și japonez, pe de o parte, și cel indian, pe de alta, este atât de mare încât s-a spus că ele ar reprezenta polii mentalității omenești. În timp ce chinezii și japonezii sunt practici și orientați spre social, indienii sunt imaginativi,

înclinați spre meditație. Când filosofi chinezi și japonezi au început să traducă și să interpreteze *Avatamsaka*, unul din textele cele mai importante produse de geniul religios budist, cei doi poli s-au combinat pentru a forma o unitate dinamică din care au rezultat filosofii *Hua-yen* în China și *Kegon* în Japonia care constituie, după Suzuki, „apogeul gândirii budiste, produsul cel mai de seamă elaborat în ultimele două milenii.”⁴

Tema centrală a sutrei *Avatamsaka* este unitatea și intercorelarea tuturor fenomenelor, o concepție care nu constituie doar esența viziunii orientale, dar și concluzia derivată din cercetările în fizică. Se dovedește astfel că *Avatamsaka Sutra* oferă cele mai izbitoare asemănări cu modelele și teoriile fizicii moderne.

7

gândirea chineză

Când budismul a pătruns în China în primul secol d.Hr., a întâlnit o cultură veche de peste două mii de ani. Gândirea filosofică atinsese punctul său culminant în perioada de sfârșit a dinastiei Zhou (circa 500 – 221 î.Hr.), epoca de aur a filosofiei chineze, și de atunci i-a fost acordată cea mai înaltă prețuire.

Încă de la începuturile sale această filosofie a prezentat două aspecte complementare. Chinezii, oameni cu simț practic și conștiință socială puternică, au produs o filosofie orientată spre social, spre relațiile inter-umane, valorile morale și știința guvernării. Dar acesta este numai un aspect al gândirii chineze. Complementarul acestuia este aspectul mistic, acela care impune filosofiei ca scop suprem depășirea interesului față de social și atingerea unor planuri superioare ale conștiinței. Este vorba despre iluminare, idealul chinez de înțelepciune prin realizarea unității mistice cu întregul Univers.

Dar înțeleptul chinez nu trăiește exclusiv la nivelul acestui plan de înaltă spiritualitate, ci este în mod egal implicat în viața socială. El realizează în el însuși unificarea celor două aspecte complementare ale condiției umane – înțelepciunea intuitivă și cunoașterea pragmatică, contemplația și acțiunea – pe care chinezii le-au asociat cu imaginea înțeleptului și a regelui; oameni realizați pe toate

planurile, care, așa cum spune Chuang Tse „prin nemișcare devin înțelepți, prin mișcare devin regi.”¹

Aceste două modalități de abordare au dus la apariția, în cursul celui de-al șaselea secol î.Hr., a două școli filosofice distincte: confucianismul și taoismul. Confucianismul este filosofia organizării societății, a bunului simț și a spiritului practic. El a oferit societății chineze un sistem educațional și un sistem de norme etice și de reguli de conduită. Scopul său principal a fost acela de a edifica un cadru etic în care să se desfășoare relațiile de familie cu structura lor complexă și ritualurile cultului strămoșilor. De cealaltă parte, taoismul este preocupat de observarea naturii și de aflarea Căii, de găsire a lui *Tao*. Fericirea nu este posibilă, după taoiști, decât prin urmarea ordinii firești a lucrurilor, prin acțiune spontană și prin încrederea în cunoașterea intuitivă.

Aceste două tendințe se constituie în poli opuși ai filosofiei chineze, dar în China ele au fost privite întotdeauna ca aspecte complementare ale condiției umane. Dacă în educația copiilor, care sunt datori să învețe regulile și normele etice necesare conviețuirii, sistemul confucianist se află la loc de cinste, calea taoistă este urmată cu precădere de cei maturi pentru a recâștiga spontaneitatea și naturalitatea alterate de convențiile sociale. În secolul al XI-lea și al XII-lea școala neo-confucianistă a încercat o sinteză între confucianism, budism și taoism, filosofie care a culminat cu opera lui Chu Hsi, unul din cei mai mari gânditori ai Chinei. Remarcabilul Chu Hsi a combinat ucenicia în școala confucianistă cu o profundă înțelegere a filosofiilor budistă și taoistă, încorporând în sinteza sa filosofică elemente ale celor trei tradiții.

Numele școlii confucianiste se datorează lui Kong Fu-Tse, sau Confucius, maestru venerat care a considerat că misiunea sa este aceea de a transmite discipolilor străvechea tradiție culturală. Dar a făcut mai mult decât atât, căci a dat o interpretare în perspectivă morală tradiției.

Canonul confucianist are la bază Cele Șase Cărți Clasice, vechi scrieri de filosofie, ritualuri, poezie, muzică și istorie care reprezintă moștenirea spirituală a „maeștrilor” chinezi din vechime. Tradiția l-a asociat pe Confucius cu toate aceste opere, considerându-l când autor, când comentator sau editor; exegeza modernă a stabilit însă că el n-a fost nici autor, nici comentator și nici măcar editor al acestor texte clasice. Cugetările sale sunt cunoscute sub numele *Lun-Yu* sau *Analectele* lui Confucius, o colecție de aforisme compilată de câțiva dintre discipolii săi.

Părintele taoismului este Lao Tse, nume care se traduce prin „Bătrânul Maestru” – conform tradiției, un contemporan mai vârstnic al lui Confucius. Lui îi este atribuită o carte de aforisme devenită textul clasic al taoismului. În China, cartea este cunoscută sub numele autorului, *Lao Tse*, în timp ce în Vest este numită *Tao Te Ching* (Cartea Căii și a Virtuții), un nume care i s-a dat ceva mai târziu. Am vorbit deja despre ambiguitatea exprimării și despre limbajul poetic și atât de bogat în semnificații al acestei cărți pe care Joseph Needham o consideră „fără discuție, cea mai profundă și mai frumoasă operă scrisă vreodată în China.”²

Celălalt text esențial al religiei Taoiste este *Chuang tse*, o lucrare de dimensiuni mult mai mari decât *Tao Te Ching* al cărei autor, Chuang Tse, a trăit la două sute de ani după Lao Tse. După părerea exegeților moderni nici *Chuang tse* și, foarte probabil, nici *Lao tse* nu sunt datorate unui singur autor, ci reprezintă mai degrabă o colecție de aforisme compilate de autori diferiți în epoci diferite.

Atât *Analectele* lui Confucius, cât și *Tao Te Ching* beneficiază de stilul compact și sugestiv, tipic pentru gândirea chineză. Aceasta nu este încorsetată de logica abstractă și astfel exprimarea este foarte diferită de cea specific occidentală. Cuvintele au valențe gramaticale multiple putând avea valoare de substantive, adjective sau verbe, iar succesiunea lor în frază este dictată mai curând

de conținutul emoțional, decât de regulile gramaticale. Cuvintele limbii chineze diferă foarte mult de semnele abstracte care sunt vehiculele unor concepții clar definite. Ele sunt simboluri ale unor sunete cu mare forță de sugestie, purtând o întreagă încărcătură de imagini picturale și emoții. Vorbitorul chinez nu intenționează atât să exprime o idee, cât să influențeze, să emoționeze ascultătorul. Tot astfel, ideograma nu este doar un semn abstract, ci o structură organică – „gestalt” – aptă să păstreze întregul complex de imagini și întreaga forță de sugestie a cuvântului.

Filosofii chinezi uzează de un limbaj adevărat modulul lor de gândire și astfel scrierile lor, deși concise, sunt bogate în imagini și sugestii. Desigur că traducerea acestora pierde mult din bogăția de semnificații a textului original. Tălmăcirea unei singure fraze din *Tao Te Ching*, de exemplu, poate să redea numai o mică parte din conținutul de idei al originalului; iată de ce traducerea cărții acesteia plină de paradoxuri nu seamănă deloc cu textul de la care s-a pornit. Așa cum spune Fung Yu-Lan, „E necesară combinarea tuturor traducerilor de până acum și încă a altora neefectuate încă pentru a putea înțelegi toată bogăția lui *Lao tse* și a *Analectelor* lui Confucius în forma lor originală.”³

Chinezii, ca și indienii, credeau într-o realitate ultimă ascunsă în toate lucrurile și evenimentele, care le unifică pe toate:

Există trei nume diferite – „complet”, „atotcuprinzător”, „întreg”. Sunt nume diferite, iar realitatea pe care o exprimă este aceeași: „Unicul”.⁴

Ei au numit această realitate *Tao*, ceea ce la început însemna „Calea”, calea sau devenirea Universului, ordinea lumii. Mai târziu confucianiștii i-au dat o altă interpretare. Ei vorbeau despre *Tao* al omului, *Tao* al societății, și prin asta înțelegeau conduita morală.

În sensul său original cosmic, *Tao* este realitatea ultimă, indefinibilă, analog lui *Brahman* al hinduiștilor și

budistei *Dharmakaya*. Diferă de aceasta din urmă prin dinamica sa intrinsecă, trăsătura fundamentală a Universului în concepția chinezilor. *Tao* este procesul cosmic în care sunt implicate toate lucrurile; lumea este în continuă devenire.

Budismul indian, cu doctrina nepermanenței, avea un punct de vedere similar, dar considera aceasta drept cauză a stării de frustrare a omului, cu toate consecințele sale psihologice. Pe de altă parte, chinezii considerau transformarea și devenirea atribute esențiale ale naturii și afirmau că procesul de schimbare dispune de structuri constante, observabile. Înțeleptul cunoaște aceste structuri și acționează astfel încât să fie mereu în acord cu ele. Astfel, el devine „una cu *Tao*“, trăind în armonie cu natura și reușind în orice întreprinde. Huai Nan Tse, un filosof din secolul al II-lea î.Hr., spune:

Aceluia care îl urmează pe Tao lăsându-se dus de mersul naturii, al Cerului și al Pământului, îi este ușor să stăpânească lumea întreagă.⁵

Care sunt, atunci, tendințele Căii cosmice pe care omul trebuie să le recunoască? Principalul atribut al lui *Tao* este ciclicitatea devenirii și a transformării. „Întoarcerea este mișcarea lui *Tao*“, spune Lao Tse, și „<<Mereu înaintând>> înseamnă <<îndepărtare>>, <<îndepărtare>> înseamnă <<întoarcere>>.“⁶ Orice prefacere în natură, fie că se petrece la nivelul lumii materiale, fie la nivelul psihicului și al relațiilor inter-umane, are caracter ciclic, de expansiune urmată de contracție. Ideea este generată, desigur, de observarea mișcărilor Lunii și Soarelui și a succesiunii anotimpurilor și trece drept o regulă a vieții. Chinezii spun că ori de câte ori o stare se dezvoltă până la extrem, se întoarce și se transformă în opusul său. Credința aceasta le-a insuflat curaj și perseverență în vremurile grele și i-a făcut modești și precauți în vremuri de izbândă. Ea a condus la doctrina auritei căi de mijloc pe care au adoptat-o atât taoiștii cât și confucianiștii. „Înțeleptul“, spune Lao Tse, „părăsește prea-mulț, păărăsește luxosul, păărăsește exageratul.“⁷

În opinia chinezilor, este preferabil să ai prea puțin decât să ai prea mult și mai bine să nu făptuiești decât să faci prea mult, căci, chiar dacă procedând astfel nu ajungi prea departe, te afli cu siguranță pe drumul cel bun. Așa cum acela care, năzuind să ajungă tot mai departe la răsărit se va găsi mereu la apus, tot astfel cei ce adună bogății vor sfârși săraci. Societatea industrială modernă care, încercând să ridice tot mai mult „standardul de viață” nu face decât să scadă calitatea vieții tuturor membrilor săi, constituie o perfectă ilustrare a vechiului dicton chinez.

Ideea ciclicității mișcării lui *Tao* își găsește forma de exprimare ideală în perechea complementarelor *yin* și *yang*. Ele reprezintă polii, extremitățile traiectoriei ciclice a transformărilor:

*Odată ce yang a atins apogeul, el se retrage făcându-i loc lui yin; odată ce yin a atins apogeul, el se retrage în favoarea lui yang.*⁸

În concepția chineză, toate manifestările lui *Tao* sunt generate de jocul pe care-l joacă cele două forțe polare. Ideea este foarte veche, perechea arhetipală *yin-yang* s-a impus ca un concept fundamental în filosofia chineză înglobând experiența multor generații. Semnificațiile originare ale termenilor *yin* și *yang* erau acelea de versant umbrit, respectiv versant însorit ale unui munte, rezumând caracterul relativ al celor două concepte:

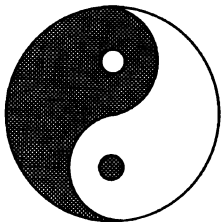
*Cel care acum pogoară întunericul, acum revarsă lumina, este Tao.*⁹

Din cele mai vechi timpuri, cei doi poli arhetipali ai naturii n-au simbolizat numai lumina și întunericul, ci și elementul masculin și elementul feminin, fermitatea și docilitatea, piscul și valea. *Yang*, energia creatoare, viguroasă, masculină, a fost asociată Cerului, în timp ce *yin*, elementul matern, feminin și receptiv este sinonim cu Pământul. În vechea concepție geocentrică, Cerul se află deasupra, în continuă mișcare, în timp ce Pământul se află dedesubt, în repaus și astfel *yang* a ajuns să simbolizeze mișcarea, iar *yin* repausul. La nivelul mentalului *yin* este

intuiția, complexă și feminină, *yang* este intelectul, rațional și masculin. *Yin* este seninătatea, calmul contemplativ al înțeleptului, *yang* este acțiunea impetuoasă, creatoare a regelui.

Interacțiunea dinamică *yin-yang* este ilustrată de străvechiul simbol chinez *Tai-chi Tu* sau „Diagrama Unității Supreme“.

Diagrama este realizată prin dispunerea simetrică a lui *yin*, întunecat, și a lui *yang*, luminos, dar simetria nu este statică. Este o simetrie de rotație care sugerează într-un mod convingător mișcarea continuă și ciclică.



*Yang se întoarce ciclic spre începutul său, yin crește, atinge maximul și apoi lasă locul lui yang.*¹⁰

Cele două puncte ale diagramei simbolizează ideea că ori de câte ori una din cele două forțe și-a atins maximul, conține deja în ea sămânța opusei sale.

Perechea *yin-yang* este laitmotivul care străbate cultura chineză și determină modul de viață chinez. „Viața“, spune Chuang Tse, „este împletirea armonioasă a lui *yin* cu *yang*.“¹¹ Popor de țărani, chinezilor le-au fost întotdeauna familiare mișcările soarelui și ale lunii și succesiunea anotimpurilor. Modificările periodice ale lumii organice, cu consecințele lor, dezvoltarea și descompunerea, le apar ca cele mai directe expresii ale interacției *yin-yang* dintre iarna rece și întunecată și vara caldă și luminoasă. Interacția contrariilor se manifestă și la nivelul hranei, căci alimentele pot fi clasificate în *yin* și *yang*. De aceea, chinezii consideră că o dietă sănătoasă trebuie să asigure echilibrul între elementele *yin* și *yang*.

Și metodele medicinei tradiționale chineze țin seama de interacția *yin-yang* în organismul uman, stabilind că orice

boală se datorează dezechilibrului complementarelor. Corpul omenesc este compus din părți *yin* și părți *yang*. În sens general, interiorul corpului este *yang*, iar exteriorul este *yin*; partea dorsală este *yang*, cea frontală este *yin*. Organele interne se clasifică și ele în *yin* și *yang*. Echilibrul între aceste părți se menține prin circulația energiei vitale *ch'i* de-a lungul unui sistem de „meridiane” pe care se află punctele de acupunctură. Fiecărui organ îi corespunde un meridian, astfel încât organelor *yin* le corespund meridiane *yang* și reciproc. Ori de câte ori circulația energiei între *yin* și *yang* este blocată, corpul se îmbolnăvește, iar vindecarea se obține înțepând cu ace punctele de acupunctură astfel încât să se stimuleze circulația energiei *ch'i*.

Astfel, interacția perechii arhetipale a contrariilor *yin-yang* ne apare ca principiul care guvernează mișcarea lui Tao; dar chinezii nu s-au oprit aici. Ei au pornit să studieze variatele combinații între *yin* și *yang*, dezvoltând un sistem de arhetipuri cosmice. Cartea care descrie acest sistem este *I Ching* sau *Cartea Schimbărilor*.

Cartea Schimbărilor reprezintă unul din cele șase texte fundamentale ale confucianismului și una din operele centrale ale culturii și spiritualității chineze. Autoritatea și prestigiul de care s-a bucurat în China vreme de milenii sunt comparabile doar cu aprecierea acordată textelor sacre ale altor culturi, ca *Vedele* sau Biblia. Renumitul sinolog Richard Wilhelm își începe traducerea acestei cărți cu următoarele cuvinte:

Cartea Schimbărilor – I Ching, în chineză – este indiscutabil una din cele mai importante opere literare ale lumii. Originile sale se află undeva în antichitatea mitică; ea a constituit obiectul studiului celor mai eminenți învățați ai Chinei până în zilele noastre. Aproape tot ce a avut cultura chineză mai important și mai bun în cele trei milenii de existență și-a găsit sursa de inspirație în această carte sau a influențat interpretările

*care s-au dat acestui text. De aceea, s-ar putea spune că I Ching s-a născut din înțelepciunea dobândită de-a lungul mileniilor.*¹²

Cartea Schimbărilor s-a îmbogățit pe parcursul timpului și a ajuns să cuprindă mai multe „straturi” care datează din cele mai importante perioade ale filosofiei chineze. Punctul de plecare l-a constituit o colecție de 64 figuri, sau „hexagrame”, care ilustrează echilibrul *yin-yang* și care slujeau drept oracole. Fiecare hexagramă este formată din câte șase linii pline (*yang*) și întrerupte (*yin*) care permit 64 de combinații. Aceste hexagrame, la care mă voi referi pe larg mai târziu, erau considerate arhetipurile cosmice ale manifestărilor lui *Tao* în natura și în relațiile inter-umane. Fiecăreia i s-a dat un nume și i s-a anexat un scurt comentariu, numit *Sentință*, care expune modul de acțiune impus de modelul cosmic în discuție. Așa-numita *Carte a Imaginilor* este un text concis, adăugat ulterior, care prezintă în versuri de mare rafinament poetic semnificația hexagramelor. Un al treilea text oferă, într-un limbaj încărcat de imagini și simboluri mitologice, adesea dificil de receptat, interpretarea fiecăreia din cele șase linii ale unei hexagramă.

Aceste trei categorii de texte formează corpul de bază al cărții, utilizat în divinație. În cadrul unui ritual complicat, cu ajutorul a cincizeci de lujere de coada șoricelului, se determină hexagrama corespunzătoare situației personale a subiectului. Se urmărește punerea în evidență a modelului cosmic al momentului prin intermediul hexagramei și aflarea cursului cel mai potrivit al acțiunii, pe baza oracolului:



*Cartea Schimbărilor revelează imagini, dezvăluie sentințele necesare interpretării, stabilește șansele și riscurile necesare luării deciziei.*¹³

I Ching nu era consultat pentru a cunoaște viitorul, ci pentru a defini corect situația prezentă și a stabili modul

corect de acțiune. Acest mod de abordare ridică *I Ching* deasupra nivelului cărților obișnuite de profeție și o transformă într-o carte de înțelepciune.

Utilizarea cărții *I Ching* drept carte de înțelepciune este, de fapt, mult mai importantă decât utilizarea sa drept oracol. Ea a inspirat de-a lungul secolelor cele mai luminate minți ale Chinei, printre alții pe Lao Tse, care și-a formulat, plecând de la această carte, unele din cele mai profunde aforisme. Confucius a studiat-o intens; cele mai multe dintre comentariile care alcătuiesc „stratul” cel mai recent al cărții se datorează școlii confucianiste. Comentariile numite *Cele Zece Aripă* combină interpretarea structurală a hexagramelor cu enunțurile filosofice.

În miezul comentariilor confucianiste, ca și în întregul text *I Ching*, se află afirmarea caracterului dinamic al tuturor fenomenelor. Nesfârșita transformare constituie mesajul esențial al *Cărții Schimbărilor*.

*Cartea Schimbărilor este cartea
Pe care nimeni n-o poate ignora.
Tao-ul ei este mereu schimbător –
Transformare, mișcare neobosită –
El trece printre cele șase linii întrerupte,
Se înalță și se scufundă fără a urma vreo lege,
Cel rigid și cel flexibil se transformă unul în celălalt
Fără să poată fi constrânși de vreo lege;
Ei nu ascultă decât de glasul schimbării.¹⁴*

8 taoismul

Între cele două tendințe majore ale gândirii chineze, confucianismul și taoismul, acesta din urmă are o orientare mistică și, din acest motiv, relevantă pentru comparația cu fizica modernă. Ca și hinduismul și budismul, taoismul pune accent mai curând pe intuiție decât pe cunoașterea rațională. Recunoscând limitările și relativitatea gândirii raționale, taoismul este la origine o cale de eliberare de primatul rațiunii, comparabilă din acest punct de vedere cu calea oferită de yoga sau Vedanta în hinduism, sau cu Calea Cu Opt Ramuri a lui Budha. În contextul culturii chineze, eliberarea propusă de taoism se referă concret la eliberarea de convenționalism.

Neîncrederea în cunoașterea convențională și în rațiune este mai puternică în taoism decât în oricare alt curent filosofic oriental. Ea se bazează pe convingerea fermă că intelectul uman nu este capabil să îl cuprindă pe *Tao*. În exprimarea lui Chuang Tse,

Cea mai cuprinzătoare cunoaștere nu îl cù-prinde; raționamentul nu-i face pe oameni mai înțelepți. Învățații știu că nici una din aceste două căi nu este cea bună.¹

Cartea lui Chuang Tse este plină de pasaje care reflectă disprețul adepților taoismului față de raționament și argumentație. Astfel, el spune:

Un câine nu este prețuit pentru că latră bine, iar un om nu este considerat înțelept pentru discursurile sale abile.²

și

Polemica este dovada incapacității de a percepe corect.³

Raționamentul este considerat de taoiști o parte a lumii artificiale creată de om, alături de eticheta socială și de standardele morale. Ei nu se interesează de această lume, ci își concentrează întreaga atenție în direcția observării naturii pentru a putea discerne caracteristicile lui *Tao*. Metoda lor este în mod esențial științifică și numai marea lor neîncredere în metoda analitică i-a împiedicat să elaboreze teorii științifice în accepțiunea clasică a termenului. Cu toate acestea, observarea atentă a naturii, adăugată puternicei intuiții mistice, a condus la o concepție taoistă despre lume, confirmată de teoriile științifice moderne.

Contribuția esențială a taoismului se referă la înțelegerea faptului că transformarea și schimbarea sunt caracteristici esențiale ale naturii. Un fragment din *Chuang tse* demonstrează modul în care observarea lumii organice a dus la înțelegerea importanței fundamentale a conceptului de schimbare:

În creșterea și transformarea tuturor lucrurilor, fiecare boboc, fiecare detaliu are forma cea mai potrivită. În aceasta constă maturizarea lor treptată și veștejirea lor, curgerea continuă a transformării și a schimbării.⁴

Taoiștii au privit toate schimbările din natură ca pe niște manifestări ale interacției dinamice dintre complementarele polare *yin* și *yang* și astfel au ajuns la convingerea că fiecare pereche de complementare implică o relație polară în care fiecare din cei doi poli este legat dinamic de celălalt. Pentru modul de gândire occidental este extrem de dificil de acceptat ideea unității implicite a contrariilor. Ni se pare paradoxală afirmația că valorile pe

care le-am crezut întotdeauna contrare sunt, de fapt, aspecte ale uneia singure. Totuși, în lumea orientală s-a considerat întotdeauna că pentru a avea acces la cunoașterea deplină trebuie mers „dincolo de contradicțiile aparente.”⁵ În China, relația polară dintre contrarii stă la baza gândirii taoiste. Astfel, Chuang Tse spune:

*„Acesta” este în același timp și „acela”... „Acela” este în aceeași măsură și „acesta”. Esența lui Tao constă în faptul că „acesta” și „acela” încetează să mai fie opuse. Acesta este centrul cercului răspunzător de schimbarea neîntre-ruptă.*⁶

Din afirmația că mișcările lui Tao sunt rezultatul unei continue interacții a contrariilor, taoiștii au dedus două reguli de bază pentru comportamentul uman. Ori de câte ori dorești să realizezi ceva trebuie să începi cu opusul acelui lucru. În acest sens, Lao Tse spune:

*Ceea ce urmează a fi micșorat trebuie mai întâi mărit,
Ceea ce urmează a fi slăbit trebuie mai întâi întărit,
Ceea ce urmează a fi lăsat deoparte trebuie mai întâi înălțat,
Ceea ce urmează a fi însușit trebuie mai întâi oferit.
Acesta se numește tainica iluminare.*⁷

Pe de altă parte, ori de câte ori cineva dorește să rețină un lucru, trebuie să descopere mai întâi în acel lucru ceva din contrariul său:

*Îndoit, și astfel întreg;
strâmb, și astfel drept,
gol, și astfel plin,
tocit, și astfel nou.*⁸

Acesta este modul de viață al înțeleptului care a atins un nivel înalt al cunoașterii, nivel pe care relativitatea și relația polară care unește contrariile sunt clar percepute. Aceste contrarii includ mai întâi de toate categoriile de bine și rău, categorii intercorelate ca și *yin* și *yang*. Admițând caracterul relativ al acestor categorii și de aici, al tuturor standardelor morale, adeptul filosofiei Tao nu va căuta

binele, ci mai curând se va strădui să mențină un echilibru dinamic între bine și rău. Chuang Tse este categoric:

Spusele „Nu vom urma oare și nu vom lăuda binele, și nu vom evita răul?” și „Oare nu vom onora pe bunii organizatori și nu ne vom feri de cei care produc dezordine?” demonstrează dorința de a cunoaște Cerul și Pământul și diferențele trăsături ale lucrurilor. Este ca și când ai lăuda și ai urma Cerul fără să ții seama de Pământ; este ca și când ai urma pe yin fără să ții seama de yang. O asemenea cale nu poate fi urmată.”⁹

Surprinzător este faptul că, în același timp în care Lao Tse și adepții săi elaborau viziunea lor despre lume, trăsăturile fundamentale ale taoismului se regăseau în Grecia, la filosoful a cărui contribuție ne este cunoscută doar fragmentar și care a fost în trecut, și mai este și în prezent, greșit înțeles. Acest „taoist” grec a fost Heraclit din Efes. El se apropie de Lao Tse nu numai datorită accentului pus pe continua schimbare – exprimată prin faimosul dicton „Totul curge” –, ci și datorită modului ciclic în care concepe schimbarea. El a comparat ordinea lumii cu un „foc veșnic care se aprinde și se stinge cu măsură”¹⁰, viziune similară ideii chineze conform căreia *Tao* se manifestă prin evoluția ciclică a lui *yin* și *yang*.

Este ușor de observat cum conceptul de schimbare ca interacție dinamică a contrariilor l-a condus pe Heraclit, ca și pe Lao Tse, la descoperirea unității contrariilor. „Urcușul și coborâșul sunt unul și același drum”, spunea filosoful grec, și „Divinitatea este zi și noapte, iarnă și vară, pace și război, foame și sațietate.”¹¹ Ca și taoiștii, el privea fiecare cuplu de complementare ca pe o unitate, fiind convins de caracterul relativ al acestor concepte. Cuvintele lui Heraclit „Cele reci se încălzesc, căldura răcește, umezeala usucă, uscăciunea se umezește”¹² amintesc de cele ale lui Lao Tse,

*Greu și ușor unul pe altul se împlinesc,
Voce și sunet împreună intră în armonie,
Înainte și înapoi unul altuia își urmează.”¹³*

Surprinzător este faptul că marea similitudine dintre viziunile asupra lumii ale celor doi înțelepți din secolul al XI-lea î.Hr. nu este în general cunoscută. Heraclit este menționat adesea în legătură cu fizica modernă, dar aproape niciodată în legătură cu taoismul. Și totuși, această alăturare arată că punctul său de vedere era unul mistic și, după părerea unora, pune paralelismul dintre ideile sale și cele ale fizicii moderne în adevărata sa lumină.

În legătură cu conceptul taoist de schimbare, este important de subliniat faptul că schimbarea nu este privită ca rezultat al acțiunii unor forțe, ci mai degrabă ca o tendință interioară a tuturor lucrurilor și situațiilor. Mișcările lui *Tao* nu sunt determinate de forțe exterioare, ci se produc în mod spontan, natural. Spontaneitatea constituie principiul de acțiune al lui *Tao* și, cum comportamentul uman trebuie modelat după acest principiu, rezultă că spontaneitatea trebuie să fie atributul tuturor acțiunilor omenești. A acționa în armonie cu natura înseamnă pentru taoiști a acționa spontan și în conformitate cu natura reală a fiecăruia. Înseamnă a te încrede în intuiție, acea capacitate proprie mentalului uman, așa cum legile schimbării sunt proprii lucrurilor acestei lumi, venind chiar din interiorul lor.

Acțiunile adeptului filosofiei *Tao* se nasc din înțelepciunea sa intuitivă, spontan și în armonie cu tot ceea ce îl înconjoară. Nu are nevoie să forțeze nici eu-l propriu, nici lumea înconjurătoare, ci își adaptează acțiunile mișcărilor lui *Tao*. După Huai Nan Tse,

*Aceia care urmează ordinea naturală se integrează curentului lui Tao.*¹⁴

Acest mod de acțiune este numit în filosofia taoistă *wu-wei*, un termen care s-ar traduce prin „nefăptuire” și pe care Joseph Needham îl traduce prin „reținerea de la acțiuni contrare naturii”, justificând această interpretare printr-un citat din *Chuang-tse*:

*Nefăptuire nu înseamnă a nu face nimic și a păstra tăcerea. Înseamnă a face ceea ce este natural, pentru ca natura să nu fie perturbată.*¹⁵

Cel care se reține de la acțiuni împotriva naturii sau, după cum spune Joseph Needham, „împotriva esenței lucrurilor“, este în armonie cu *Tao* și acțiunile îi vor fi încununate de succes. Acesta este sensul paradoxalei afirmații a lui Lao Tse „Prin nefăptuire, nici o faptă nu rămâne nefăptuită.“¹⁶

Contrastul *yin-yang* joacă rolul de principiu fundamental în cultura chineză; el este reflectat în cele două tendințe dominante ale filosofiei chineze. Confucianismul a fost rațional, masculin, activ și dominant. Pe de altă parte, taoismul a pus accent pe intuitiv, feminin, mistic și pe doctrina cedării. „A ști să nu știi este cel mai bine“, spune Lao Tse, și „înțeleptul fără făptuire își îndeplinește lucrările și fără cuvinte își oferă învățătura.“¹⁷ Taoiștii susțin că afișarea calităților feminine, de supunere, ale naturii umane, conduce la o viață în armonie cu *Tao*. Idealul lor este sintetizat într-un fragment din *Chuang-tse* care descrie un fel de paradis taoist:

Pe vremea când haosul nu se instalase încă, înțelepții trăiau în pacea care se revărsa peste întreaga lume. Pe atunci *yin* și *yang* coexistau în armonie; ciclul acțiunii și repausului lor se desfășura fără nici o perturbare; cele patru anotimpuri se succedau la timpul potrivit; nimic pe lume nu avea de suferit, nici o făptură nu se stingea înainte de vreme. Se poate ca oamenii să fi posedat facultatea cunoașterii, dar nu aveau ocazia să și-o manifeste. Aceasta este starea numită a perfecte unități. Nu există acțiune, ci doar o constantă manifestare a spontaneității.¹⁸

9

filosofia zen

Atunci când gândirea chineză a venit în contact cu budismul indian, cam prin secolul I d.Hr., s-a produs o divizare. Pe de o parte traducerea *sutrelor* budiste i-a stimulat pe gânditorii chinezi și i-a condus spre o interpretare a învățăturilor indianului Budha în acord cu propria lor filosofie. A luat naștere, astfel, un schimb de idei extrem de fructuos care a culminat, după cum am amintit deja, cu școala budistă chineză *Hua-yen* (în sanscrită, *Avatamsaka*) și cu școala *Kegon* în Japonia.

Pe de altă parte, latura pragmatică a mentalității chineze a răspuns impactului budismului indian prin concentrarea asupra aspectelor sale practice și dezvoltarea unei discipline spirituale căreia i s-a dat numele de *Ch'a'an*, cuvânt care se traduce de obicei prin meditație. Această filosofie a fost adoptată de japonezi pe la anul 1200 d.Hr. și cultivată sub numele de Zen, ca tradiție vie, până în zilele noastre.

Zen este sinteza unică a curenților filosofice și idiosincraziilor a trei culturi diferite. Este un mod de viață tipic japonez care reunește înclinația mistică a indienilor, naturalețea și spontaneitatea taoiștilor și profundul pragmatism al confucianiștilor.

În ciuda caracterului său deosebit, Zen se revendică totuși de la budismul pur și aceasta deoarece scopul său nu este altul decât acela al lui Budha însuși: atingerea iluminării, experiență numită în Zen *satori*. Experiența iluminării este scopul comun al tuturor școlilor filosofice orientale, dar școala Zen este unică în context, căci ea se concentrează exclusiv pe această experiență și nu este interesată de alte interpretări. În exprimarea lui Suzuki, „Zen este disciplină în iluminare.” Din perspectiva filosofiei Zen, trezirea lui Budha și învățătura, care spune că oricine poate atinge starea de trezire, reprezintă esența budismului. Restul doctrinei, așa cum este ea expusă în voluminoasele *sutra*, este considerată suplimentară.

Experiența Zen este, așadar, experiența *satori* și, în virtutea faptului ca această experiență transcende orice gând, școala Zen nu se preocupă de conceptualizare sau de abstractizare. Nu are o doctrină sau o filosofie proprie, nu are un crez formal și nici dogme și afirmă că tocmai această libertate față de formele teologice fixe îi conferă un grad înalt de spiritualitate.

Mai mult decât oricare altă școală mistică orientală, Zen susține ideea că vorbele nu pot exprima adevărul ultim. Această convingere a fost, fără îndoială, moștenită de la taoism, care demonstrează aceeași atitudine intransigentă. „Dacă cineva întreabă ce este *Tao*, iar altcineva îi răspunde”, spune Chuang Tse, „înseamnă că nici unul din ei nu îl cunoaște.”¹ Totuși, învățătura Zen poate fi transmisă de la maestru la discipol și a fost transmisă de-a lungul veacurilor prin metode specifice Zen. Într-un rezumat clasic de patru versuri, Zen este descris ca:

*Transmiterea învățăturilor în afara scripturii,
Ceea ce nu se poate exprima prin cuvinte sau
semne,*

*Ceea ce nu ajunge direct la mentalul uman,
Să cunoști natura ta ultimă, să atingi starea de
Budha.*

Această tehnică de „indicare directă” constituie aspectul care individualizează filosofia Zen. Este tipică pentru mintea japonezului, care pune accent mai mult pe intuiție decât pe intelect și căruia îi este dragă revelarea faptelor ca fapte, fără prea multe comentarii. Maeștrii Zen nu erau atașați de verb și disprețuiau teoretizarea și speculația. De aceea, ei au dezvoltat metode pentru a face posibile nivelele superioare ale conștiinței în mod direct, prin cuvinte bruște și spontane, care expun paradoxurile gândirii conceptuale și care, ca și *koan*-ii pe care i-am menționat deja, au menirea de a opri procesul gândirii discipolului pregătindu-l pentru experiența mistică. Această tehnică este ilustrată de scurte dialoguri între maestru și discipol. Din asemenea dialoguri este alcătuită aproape în totalitate literatura Zen; maestrul vorbește cât mai puțin posibil și cuvintele sale deplasează atenția discipolului de la gândurile abstracte la realitatea concretă.

Un călugăr veni la Bodhidharma cerându-i să-l instruiască și-i spuse: „Nu-mi găsesc pacea sufletului.” „Adu aici în fața mea sufletul tău și eu îți voi dăruia pacea” spuse Bodhidharma; „Dar când îmi caut sufletul nu-l pot găsi”, a spus călugărul. „Iată!”, rosti scurt Bodhidharma, „îți-am pacificat sufletul!”²

Un călugăr îi spuse lui Joshu: „Chiar acum am intrat în mănăstire. Te rog, învață-mă.” Joshu îl întreabă „Ți-ai mâncat fiertura de orez?”; „Da, am mâncat-o”, răspunse călugărul. „Atunci mai bine te-ai duce să îți speli blidul” spuse Joshu.³

Aceste dialoguri subliniază un alt aspect al filosofiei Zen. Iluminarea în Zen nu presupune izolarea de lume ci, dimpotrivă, participarea activă la viața comunității. Acest punct de vedere se potrivește foarte bine mentalității chineze care acordă o mare importanță vieții practice, productive, ideii de perpetuare a familiei și nu poate accepta caracterul monastic al budismului indian. Maeștrii chinezi au accentuat întotdeauna ideea că *Cha'an* sau Zen, reprezintă experiența noastră zilnică, „mentalul obișnuit” – după formularea lui Ma-tsu. Ei priveau experiența zilnică nu doar ca pe o cale ce duce la iluminare, ci ca pe iluminarea însăși.

În Zen, *satori* reprezintă experimentarea în spirit budist a naturii tuturor lucrurilor. Primele și cele mai importante dintre acestea sunt cele implicate în viața cotidiană a oamenilor, astfel încât, deși pune accentul pe aspectul practic, filosofia Zen este în același timp profund mistică. Cel care a atins *satori* trăind în întregime prezentul și fiind atent la cele mai obișnuite lucruri, este capabil să pătrundă misterul vieții în orice fenomen:

*„Ce minune, ce mister!
Car fum, scriu pe apă.”⁴*

A atinge perfecțiunea în Zen înseamnă a trăi viața cotidiană în mod natural, spontan. Când i s-a cerut să definească doctrina Zen, Po-chang a răspuns: „Când ți-e foame, mănâncă; dacă ți-e somn, dormi.” Deși pare simplu și de bun simț, cum dealtfel pare totul în Zen, este o sarcină dificilă. Regăsirea naturaleții cere un efort îndelungat și constituie o mare realizare pe plan spiritual. După cum spune un faimos dicton Zen:

Înainte de a începe să practici Zen, munții sunt munți și râurile sunt râuri; în timp ce studiezi Zen, munții nu mai sunt munți și râurile nu mai

sunt râuri; dar odată ce ai atins iluminarea, munții redevin munți și râurile redevin râuri.

Accentul pus pe naturalețe și spontaneitate în Zen indică origini taoiste, dar fundamentul acestei atitudini este strict budist. Este vorba de credința în perfecțiunea naturii noastre originare, de convingerea că a atinge iluminarea înseamnă, de fapt, a redeveni ceea ce am fost la început. Când maestrul Zen Po-chang a fost întrebat în ce constă căutarea naturii budiste a lucrurilor, el a răspuns: „E ca și când ai căuta un bou călărind acel bou.”

Există astăzi în Japonia două școli care practică două metode diferite Zen. Școala Rinzai, sau școala „atingerii instantanee a iluminării”, aplică metoda *koan* și pune accentul pe discuția periodică, formală, numită *sanzen*, între maestru și discipol, discuție în care acestuia din urmă i se cere să descrie propria viziune a *koan*-ului asupra căruia meditează. Meditația pe *koan* implică lungi perioade de concentrare intensă care conduc la brusca experimentare a stării *satori*. Maestrul experimentat știe când discipolul a atins limita iluminării și este capabil să-l conducă direct și brusc în experiența *satori* prin acte neașteptate cum ar fi lovirea cu un baston sau emiterea unui sunet ascuțit.

Școala Soto, sau școala „atingerii treptate a iluminării”, evită metodele de șoc ale școlii Rinzai și își propune să ofere discipolilor o desăvârșire treptată „ca auzirea de primăvară care mângâie floarea ajutând-o să înflorească.”⁴⁵ Face apel la postura șederii în liniște și la îndeplinirea muncilor cotidiene ca forme de meditație.

Atât școala Soto, cât și școala Rinzai acordă o mare importanță *zazen*-ului, postura de meditație șezând, practică în mănăstirile Zen timp de mai multe ore zilnic. Adoptarea posturii corecte și tehnica respirației sunt primele lucruri pe care le învață un discipol Zen. În Rinzai Zen,

postura *zazen* are rolul de a pregăti mentalul intuitiv pentru meditația pe *koan*; iar școala Soto consideră *zazen*-ul ca cel mai important mijloc de a-l ajuta pe discipol să ajungă la *satori*. Mai mult decât atât, *zazen* este considerat chiar realizarea naturii budiste; corpul și mentalul se afla într-o unitate armonioasă, perfectă. Așa cum se spune într-un poem Zen:

*Să stai liniștit, să nu faci nimic,
Primăvara vine și iarba crește de la sine.*⁶

Afirmând că iluminarea se manifestă în toate aspectele vieții cotidiene, Zen are o enormă influență asupra modului de viață tradițional japonez. Acesta cuprinde pictura, caligrafia, grădinăritul, dar și activitățile care țin de ceremonia ceaiului și de realizarea aranjamentelor florale, artele marțiale (trasul cu arcul, lupta cu sabia și *judo*). Toate acestea sunt cunoscute în Japonia sub numele de *do*, adică taoista „cale” spre iluminare. Toate explorează diversele forme ale experienței Zen. Pregătesc mentalul și îl aduc în contact cu realitatea ultimă.

Am menționat deja gesticulația calmă în ritualul ceremoniei ceaiului, *cha-no-yu*, spontana mișcare a mâinii cerută în arta caligrafiei și în pictură, coordonată spirituală a artei *bushido*, „calea războinicului”. Toate acestea sunt expresii ale spontaneității, simplității și totalei implicări a mentalului care caracterizează modul de viață Zen. Deși toate cer o tehnică perfectă, adevărata măiestrie este atinsă atunci când tehnica transcende arta și devine o „artă neartistică”, izvorând direct din subconștient.

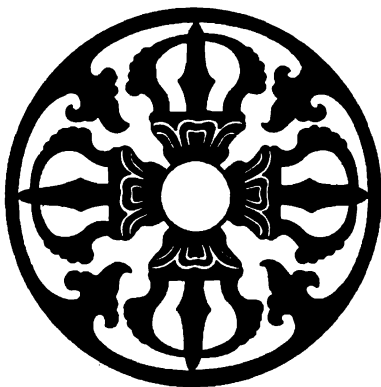
Șansa a făcut să dispunem de o minunată descriere a unei asemenea „arte neartistice” în cartea lui Eugen Herrigel *Zen în arta tragerii cu arcul*. Herrigel a petrecut mai mult de cinci ani alături de un venerat maestru pentru a deprinde această „artă mistică” și relatează în această carte modul în

care a trăit experiența Zen în tragerea cu arcul. Arată cum trasul cu arcul i-a fost prezentat ca un ritual religios „dansat” cu mișcări spontane, lipsite de efort și fără a urmări un scop. I-au trebuit mulți ani de practică, ani care i-au transformat întreaga personalitate, ca să învețe să încordeze arcul cu mișcări încărcate de spiritualitate, fără efort și să slăbească coarda „neintenționat” lăsând săgeata să plece așa cum cade un fruct copt. Perfecțiunea se atinge când arc, săgeată și arcaș s-au topit într-o singură entitate; nu omul trage cu arcul, ci această unică entitate.

Cartea lui Herrigel este una din cele mai bune relatări despre Zen, căci nu menționează deloc filosofia Zen.



paralelisme



10 unitatea tuturor lucrurilor

Deși tradițiile spirituale descrise în ultimele cinci capitole diferă prin multe detalii, modul lor de a concepe lumea este esențialmente același. Este o viziune bazată pe experiența mistică – o experiență directă, non-intelectuală – și această experiență are un număr de caracteristici fundamentale independente de fundalul geografic, istoric sau cultural al misticului. Un hinduist și un taoist pot accentua aspecte diferite ale experienței mistice; budistul japonez poate exprima experiența sa în termeni foarte diferiți de cei folosiți de budistul indian; dar elementele de bază ale concepției despre lumea conturată de aceste tradiții sunt aceleași. Aceste elemente par să fie, totodată, caracteristicile fundamentale ale viziunii asupra lumii rezultate din cercetările fizicii moderne.

Cea mai importantă trăsătură a viziunii orientale – s-ar putea spune esența ei – este conștiința unității și intercorelării tuturor lucrurilor și evenimentelor, experiența fenomenelor ca manifestări ale unei unice entități primordiale. Toate lucrurile sunt privite ca părți interdependente și inseparabile ale întregului cosmic, ca manifestări diferite ale aceleiași realități ultime. Tradiția orientală se referă în mod constant la această realitate ultimă, indivizibilă, care se manifestă în toate lucrurile și din care fac parte toate lucrurile. În hinduism ea este numită Brahman, în budism *Dharmakaya*, în taoism, *Tao*. Deoarece transcende toate

conceptele și toate categoriile filosofice, budiștii o mai numesc Tathata, adică „Ceea Ce Este”.

Acela pe care sufletul îl numește „Ceea Ce Este” este unitatea tuturor lucrurilor, întregul care le conține pe toate.¹

În situațiile obișnuite noi nu suntem conștienți de unitatea lumii, ci o percepem ca fiind fragmentată în obiecte și fenomene. Această divizare ne este, firește, utilă și necesară pentru a învinge dificultățile zilnice, dar nu reprezintă trăsătura fundamentală a realității. Este numai o abstracțiune născocită de intelectul nostru care discriminează și clasifică. A crede că aceste concepte abstracte ale noastre – acelea de „corpuri” și „evenimente” separate – sunt realități ale naturii ar fi o iluzie. Hinduștii și budiștii ne spun că această iluzie vine din *avidya*, ignoranța produsă de mintea noastră aflată sub influența răului, *maya*. Principalul scop al tradiției mistice orientale este de a reorienta mentalul centrându-l și redându-i liniștea prin meditație. De altfel, termenul sanscrit pentru meditație, *samadhi*, se traduce literal prin „echilibru mental”; se referă la acea stare de echilibru a mentalului care permite experimentarea unității Universului.

Acela care intră în samadhi a purității atinge o asemenea ascutime a percepției încât devine conștient de unitatea absolută a Universului.²

Această unitate nu este numai caracteristica centrală a experienței mistice, ci și unul din cele mai importante adevăruri revelate de fizica modernă. Ea devine evidentă la nivel atomic și se manifestă din ce în ce mai pregnant pe măsură ce se coboară tot mai adânc în domeniul particulelor subatomice. Unitatea lumii este tema care va reveni constant în expunerea noastră când vom compara fizica modernă cu filosofii orientale. Studiind diversele modele care descriu lumea subatomică vom vedea că ele exprimă mereu și mereu, în moduri diferite, aceeași idee – și anume, că elementele constituente ale materiei și fenomenele în

care acestea sunt implicate sunt interconectate și interdependente; că nu pot fi înțelese ca entități izolate, ci doar ca părți ale întregului.

În acest capitol, pe baza unei analize atente a procesului de observare, voi arăta cum apare noțiunea interdependenței* în teoria cuantică. Dar înainte de a începe această discuție, trebuie să mă întorc la distincția dintre aparatul matematic al unei teorii și interpretarea sa discursivă. Aparatul matematic al teoriei cuantice a trecut cu succes nenumărate teste, fiind unanim acceptat în prezent faptul că el este în măsură să descrie corect fenomenele atomice. În schimb interpretarea discursivă – altfel spus cadrul epistemologic al teoriei cuantice – se află pe un teren mult mai puțin solid. De fapt, în mai mult de 40 de ani fizicienii nu au putut formula un model filosofic clar.

Discuția care urmează se bazează pe așa-numita interpretare de la Copenhaga a teoriei cuantice, interpretare elaborată de Bohr și Heisenberg la sfârșitul deceniului al treilea al acestui secol și care constituie încă modelul cel mai larg acceptat. În expunerea mea voi urma prezentarea făcută de Henry Stapp la Universitatea din California³, prezentare care se concentrează asupra unor anumite aspecte ale teoriei cuantice și asupra unor anumite tipuri de situații experimentale întâlnite frecvent în fizica subatomică**. Prezentarea lui Stapp arată clar cum teoria cuantică conduce la ideea interconexiunilor din natură și așează teoria cuantică într-un cadru care permite extinderea imediată la modelele relativiste ale lumii subatomice, modele care vor fi discutate mai târziu.

* Deși am eliminat complet matematica și am simplificat considerabil analiza, expunerea care urmează poate să pară totuși, aridă. Ar trebui, poate, să fie privită ca un exercițiu de „yoga”, care – ca toate exercițiile incluse în tehnicile tradițiilor spirituale orientale – nu este tocmai amuzant, dar te ajută să plonjezi adânc în adevărata natură a lucrurilor.

** Alte două aspecte ale teoriei cuantice vor fi discutate în capitolele corespunzătoare.

Punctul de pornire în interpretarea școlii de la Copenhaga îl constituie împărțirea realității fizice în observabilă („obiect”) și sistem observator. Observabila poate fi un atom, o particulă subatomică, un fenomen etc. Sistemul observator este constituit dintr-un aparat și mai mulți observatori umani. O dificultate serioasă se naște datorită faptului că cele două sisteme sunt tratate diferit. Sistemul observator este descris în termenii fizicii clasice, termeni care nu pot fi utilizați pentru a descrie în mod corespunzător „obiectul” supus observației. Conceptele clasice nu sunt adecvate studiului lumii atomice și totuși suntem nevoiți să apelăm la ei pentru a descrie experimentele pe care le efectuăm și a formula concluziile. Nu există nici o modalitate de a evita acest paradox. Limbajul fizicii clasice reprezintă numai o rafinare a limbajului cotidian, comun și este singurul de care dispunem pentru a comunica rezultatele experimentelor noastre.

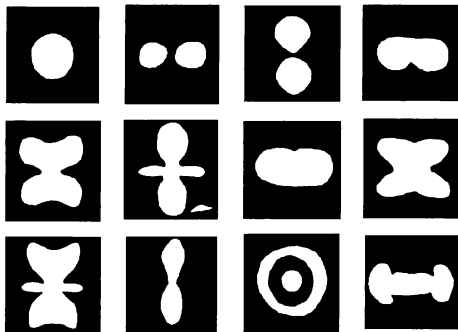
Observabilele sunt descrise în cadrul teoriei cuantice în termeni probabilistici. Aceasta înseamnă că nu se poate prezice cu certitudine unde se va afla o particulă subatomică la un moment dat, sau cum se va produce un fenomen fizic la nivel subatomic. Nu putem să facem decât predicții cu privire la ceea ce este probabil să se întâmple. De exemplu, cele mai multe din particulele subatomice cunoscute astăzi sunt instabile, adică după un anumit interval de timp se dezintegrează – se „sparg” – în alte particule. Dar nu se poate stabili acest moment cu precizie. Noi nu putem stabili decât probabilitatea de dezintegrare după un anumit interval de timp, cu alte cuvinte timpul mediu de viață al unui număr mare de particule de același fel. Aceeași afirmație este valabilă și pentru „modul” de dezintegrare. În general, o particulă instabilă se poate dezintegra în mai multe combinații de particule și, din nou, nu putem preciza ce combinații va alege pentru dezintegrare o anumită particulă. Tot ce putem spune este că într-un sistem compus dintr-un număr foarte mare de particule, 60% se vor dezintegra într-o anumită combinație, 30% într-o a doua combinație posibilă, iar 10% într-o a treia. Este clar că efectuarea unor

asemenea predicții statistice necesită multe măsurători. Într-adevăr, în experimentele de ciocniri între particule de mare viteză se înregistrează și se analizează zeci de mii de ciocniri pentru a stabili probabilitatea de desfășurare a unui anumit proces.

Este important să înțelegem că formulare statistică a legilor fizicii atomice și subatomice nu reflectă ignoranța noastră în ceea ce privește desfășurarea fenomenelor, așa cum se întâmplă în cazul companiilor de asigurare sau al jocurilor de noroc. În teoria cuantică se recunoaște că probabilitatea este o caracteristică fundamentală a lumii atomice, trăsătură specifică tuturor proceselor și chiar existenței materiei. Particulele subatomice nu sunt localizate cu certitudine în anumite puncte din spațiu, ci prezintă mai curând „tendințe de localizare”, iar evenimentele atomice nu se produc cu certitudine, ci prezintă mai degrabă „tendințe de a se produce”.

Nu este cu puțință să se indice cu certitudine unde se va afla un electron al unui atom la un anumit moment de timp. Poziția sa depinde de forța de atracție care-l ține legat de nucleul atomului și de influențele pe care le exercită asupra sa ceilalți electroni din atom. Aceste condiții determină existența unui „nor de probabilitate” care reprezintă tendințele electronului de a se afla în diferite regiuni din atom.

Figura următoare prezintă câteva modele vizuale ale unor asemenea „nori de probabilitate”. Este probabil ca electronul să se afle în regiunile luminoase ale acestor „nori” și improbabil să se afle în regiunile întunecate. Important este faptul că întregul „nor”, toată această pată, reprezintă electronul la un moment dat. Nu se poate vorbi despre poziția electronului în interiorul acestui „nor”, ci numai despre tendințele sale de a se afla în anumite regiuni. În formalismul matematic al mecanicii cuantice aceste tendințe sau probabilități sunt reprezentate de așa-numitele funcții de probabilitate, expresii matematice ale probabilităților de a găsi electronul în anumite puncte din spațiu și la anumite momente de timp.

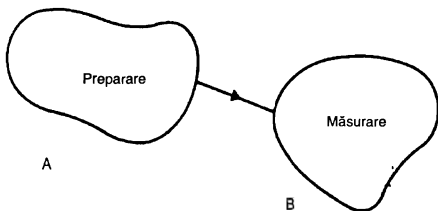


Exemplu de structuri de probabilitate.

Diferența dintre cele două descrieri – în termeni clasici pentru dispunerea instrumentarului și prin funcții de probabilitate pentru observabile – creează probleme de ordin filosofic rămase încă nerezolvate. În practică ele sunt evitate descriind sistemul observator în termeni operaționali, adică în termenii unor instrucțiuni care permit oamenilor de știință să își desfășoare cercetările. În acest fel, cercetător și dispozitiv experimental compun un sistem complex care nu mai are părți distincte, bine definite, iar dispozitivul de măsură nu mai trebuie descris ca entitate fizică izolată.

Pentru a putea discuta în continuare despre *procesul de observare* vom apela la un exemplu; cea mai simplă entitate fizică la care ne-am putea referi este o particulă subatomică – de exemplu electronul. Pentru a se observa și măsura mișcarea unei asemenea particule, ea trebuie mai întâi izolată sau chiar creată printr-un proces care s-ar putea numi *proces de preparare*. Odată „preparată”, particula poate fi observată, proprietățile ei pot fi măsurate – ceea ce se va constitui în *proces de măsurare*. Situația se reprezintă

simbolic după cum urmează. Particula A, „preparată” în regiunea A, trece din A în B și este măsurată în regiunea B. În practică, atât „prepararea”, cât și măsurarea pot reprezenta procese foarte complicate. De exemplu, în experimentele de ciocniri între particule de mare energie, „prepararea” constă în accelerarea acestora în acceleratoare circulare până când ating nivelul de energie dorit. Atunci ele părăsesc acceleratorul (A) și se deplasează către ținta (B) unde se vor ciocni cu alte particule. Ciocnirile au loc în camera cu bule care permite vizualizarea și fotografierea traiectoriilor particulelor. Proprietățile acestora sunt deduse apoi pe baza studiului matematic al traiectoriilor; asemenea analize sunt foarte complicate și se realizează de obicei cu ajutorul calculatorului. Toate aceste activități constituie procesul de măsurare. Important în această analiză este faptul că particula constituie un sistem intermediar care corelează procesele din A și B. Ea există și are sens numai în acest context; nu are sens ca entitate izolată, ci ca element de corelare a celor două procese: de preparare și de măsurare. Proprietățile acestei particule nu pot fi specifice independent de cele două procese. Dacă se modifică ceva în modalitatea de preparare sau de măsurare, și proprietățile particulei se vor modifica.



Reprezentarea schematică a procesului de observare în fizica atomică.

Pe de altă parte, faptul că vorbim despre o „particulă” sau orice alt sistem observabil dovedește că ne gândim la o

entitate fizică independentă care întâi este „preparată” și apoi „măsurată”. Problema cheie în fizica atomică constă în faptul că, după cum arăta Henry Stapp, „sistemul observabil trebuie să fie izolat pentru a putea fi definit și în același timp să se afle în interacție pentru ca observația să aibă obiect”.⁴ În cadrul teoriei cuantice problema se rezolvă într-un mod pragmatic impunând sistemului observabil ca, într-un interval de timp între „preparare” și măsurare să nu fie afectat de perturbații externe datorate observării propriu-zise.

Această condiție este îndeplinită, dacă dispozitivele de „preparare” și măsurare se află la o distanță suficient de mare unul de celălalt. Cât de mare trebuie să fie această distanță? În principiu ar trebui să fie infinită. În teoria cuantică conceptul de entitate fizică distinctă poate fi definit cu precizie numai dacă entitatea respectivă se află la distanță infinită față de observator. Evident că în practică așa ceva nu este posibil; și nici nu este necesar. Aici trebuie să ne amintim (și să adoptăm) atitudinea definitorie pentru știința modernă – și anume că toate conceptele și teoriile sunt aproximative. În cazul de față, aceasta înseamnă că noțiunea de entitate fizică distinctă n-are nevoie de o definiție precisă, ci de una aproximativă. O asemenea definiție este formulată în felul următor.

Obiectul observat reprezintă o manifestare a interacției dintre procesul de preparare și cel de măsurare. Această interacție are un caracter în general complex și implică efecte diferite care se manifestă pe distanțe diferite; are, după cum spun fizicienii, „raze de acțiune variate”. În cazul în care componenta dominantă a interacției se manifestă pe distanțe mari, atunci ea va fi resimțită la mare depărtare. De aici rezultă că nu va fi afectată de perturbații externe și de aceea va putea fi considerată o entitate fizică distinctă. Așadar, în teoria cuantică entitățile fizice distincte sunt idealizări care au sens numai în cazul interacțiilor ce se manifestă pe distanțe mari. O situație de acest fel poate fi definită precis din punct de vedere matematic. Din punct de vedere fizic, aceasta presupune că dispozitivele de măsură sunt plasate atât de departe unul de altul încât interacționează doar prin schimbul unei particule sau, în cazuri mai complicate, prin schimbul unui sistem de

particule. Vor exista, fără îndoială, și alte efecte, dar atâta timp cât distanța de separare este suficient de mare, aceste efecte vor putea fi neglijate. Efectele pe distanță scurtă vor avea ponderea dominantă doar în cazul în care dispozitivele de măsură nu vor fi plasate la distanță suficientă unul din altul. În acest caz sistemul macroscopic formează un întreg unic, iar noțiunea de observabilă își pierde sensul.

Iată că teoria cuantică relevă caracterul interdependent al Universului. Ea demonstrează că nu putem descompune lumea în elemente independente.* Pe măsură ce coborâm în adâncul materiei ne dăm seama că ea este compusă din particule, dar acestea nu sunt „cărămizile” lui Democrit și Newton. Sunt mai curând idealizări utile scopurilor practice, dar fără semnificație fundamentală. Așa cum spune Niels Bohr, „particulele materiale izolate nu sunt decât abstracțiuni; proprietățile particulelor pot fi observate și definite doar prin intermediul interacțiunilor acestora cu alte sisteme”⁵.

Interpretarea școlii de la Copenhaga nu este unanim acceptată. Există numeroase puncte de vedere diferite, iar problemele de ordin filosofic sunt departe de a fi rezolvate. Cu toate acestea, interconectarea universală pare să reprezinte caracteristica fundamentală a realității atomice, independentă de interpretarea dată formalismului matematic. Următorul fragment dintr-un articol al lui David Bohm, unul din principalii adversari ai școlii de la Copenhaga, confirmă această idee.

Suntem conduși spre noțiunea de întreg indestructibil, noțiune opusă ideii clasice de realitate separabilă în părți ce pot fi analizate independent... Ideile clasice de realitate constituită din „componente elementare” fundamentale și de sistem alcătuit prin alăturarea și aranjarea părților au fost părăsite. Spunem acum că interdependența cuantică a întregului constituie realitatea fundamentală și că părțile

* Vezi *Postfața* pentru discuția interdependenței în termenii conexiunilor „non-locale” impuși de teorema lui Bell.

care se comportă doar în mod relativ independent sunt forme particulare integrate acestei unități.⁶

Astfel, la nivel atomic obiectele materiale solide ale fizicii clasice se dizolvă în structuri probabilistice, iar aceste structuri reprezintă probabilități de realizare a interconexiunilor. Teoria cuantică ne obligă să privim Universul nu ca pe o colecție de obiecte, ci ca pe un sistem complex de relații stabilite între diferitele părți ale unui întreg unic. Aceasta este în același timp și realitatea experimentată de misticii orientali; unii dintre ei și-au descris experiența mistică în termeni aproape identici cu cei folosiți de fizicienii atomiști în lucrările lor. Iată două exemple:

Obiectul material... se deosebește de ceea ce ne apare nouă: el nu este un obiect separat de restul naturii, ci o parte integrantă și, într-un mod încă mai subtil, chiar expresia unității naturii.⁷

Lucrurile își află natura și existența în interdependență; ele nu sunt nimic prin ele însele.⁸

Dacă aceste două afirmații ar putea trece drept expresii ale concepției despre natură specifice fizicii atomice, atunci următoarele două, datorate unor fizicieni atomiști, ar putea trece drept relatări ale unor experiențe mistice:

O particulă elementară nu este o entitate independentă și neanalizabilă. Ea reprezintă în esența ei un sistem de relații corelat cu alte sisteme.⁹

Lumea ne apare astfel ca un sistem complex de evenimente în care conexiuni de diverse tipuri alternează, se suprapun și se combină și astfel determină aspectul întregului.¹⁰

Tot la imaginea rețelei cosmice de conexiuni a apelat și Orientul pentru a exprima experiența mistică a naturii. Pentru hinduist, Brahman este principiul unificator al Cosmosului, esența ultimă a existenței:

*Acela în care se împletesc cer, pământ
și aer laolaltă cu vântul și suflarea vieții,
Acela singur este Sufletul.*¹¹

Imaginea rețelei cosmice joacă în budism un rol încă și mai important. În centrul unuia din textele de bază ale școlii Mahayana, *Avatamsaka Sutra*, se află descrierea lumii ca sistem perfect de relații mutuale, în cadrul căruia lucrurile și evenimentele interacționează în moduri infinit de complexe. Adepții budismului Mahayana exprimă prin comparații și parabole această universală interdependență; unele dintre acestea vor fi discutate în continuare în legătură cu versiunea relativistă a „filosofiei relaționale” a fizicii moderne. Rețeaua cosmică joacă un rol fundamental în budismul tantric, ramură a budismului Mahayana, curent apărut în India prin secolul al treilea d.Hr., și care astăzi constituie principala școală a budismului tibetan. Textele filosofice ale acestei școli se numesc *Tantras*, cuvânt a cărui rădăcină sanscrită are sensul de „a împleti” și care se referă la împletirea și interdependența tuturor lucrurilor și fenomenelor.

În mistica orientală, această împletire universală include întotdeauna observatorul uman și conștiința sa, așa cum se întâmplă și în fizica atomică. La nivel atomic, „obiectele” nu pot fi înțelese decât în termenii interacției dintre procesele de preparare și măsurare. La capătul acestui lanț de procese se află întotdeauna conștiința observatorului. Măsurătorile sunt interacții care creează „senzații” în conștiința noastră – cum ar fi senzația vizuală dată de o licărire luminoasă sau de un spot întunecat pe o placă fotografică – iar legile fizicii atomice ne spun cu ce probabilitate ne va produce un obiect atomic o asemenea senzație din momentul în care vom intra în interacție cu el. „Științele naturii, spune Heisenberg, nu se limitează să descrie natura și să o explice; ele reprezintă chiar un aspect al interacției noastre cu natura”.¹²

Pentru fizica atomică esențial este faptul că observatorului nu i se mai cere doar să observe proprietățile unui obiect, ci și să le definească. În cadrul fizicii atomice nu se poate vorbi exclusiv despre proprietățile unui obiect. Aceasta deoarece ele au sens numai în contextul interacției

obiectului cu observatorul. După cum spunea Heisenberg, „ceea ce observăm noi nu este natura însăși, ci natura expusă metodei științifice de investigare.”¹³ Observatorul este acela care stabilește condițiile de măsurare, iar caracteristicile obiectului vor fi în bună măsură determinate de condițiile experimentale decise de observator. Odată cu modificarea acestor condiții se vor modifica și proprietățile obiectului studiat.

În sprijinul acestei afirmații se poate aduce cazul unei particule subatomice. Pus în situația de a alege dintre numeroasele mărimi fizice caracteristice proprietățile pe care le va măsura, observatorul se poate opri la poziția și impulsul particulei (mărimea definită prin produsul dintre masa particulei și viteza sa). În următorul capitol ne vom referi la o anumită lege a teoriei cuantice – principiul de nedeterminare al lui Heisenberg – care arată că cele două mărimi fizice nu pot fi determinate simultan cu același grad de precizie. Putem cunoaște cu precizie poziția particulei, dar atunci nu vom ști nimic despre impulsul său (deci, nici despre viteză), sau reciproc; sau putem avea o cunoaștere vagă despre ambele mărimi. Important este faptul că această limitare nu are nimic de a face cu imperfecțiunea tehnicilor de măsură. Este o limitare principială, proprie realității atomice. Dacă hotărâm să-i stabilim poziția, atunci particula pur și simplu *nu are* un impuls definit, iar dacă decidem să-i măsurăm impulsul, ea nu va avea o poziție precizată.

Iată, așadar, că în fizica atomică omul de știință nu poate juca rolul unui observator neutru; el este direct implicat în realitatea supusă cercetării în așa fel încât influențează proprietățile observabilei. John Wheeler consideră că această participare reprezintă cea mai importantă implicație filosofică a teoriei cuantice și a propus să se înlocuiască termenul de „observator” cu cel de „participant”. În exprimarea lui Wheeler însuși,

Nu există nimic mai important în legătură cu teoria cuantică decât faptul că ea demolează conceptul de realitate izolată, „ruptă de observator”, separată de acesta printr-o placă de sticlă de 20 centimetri. Dar, pentru a putea

observa un obiect atât de mic cum este un electron, cercetătorul va trebui să spargă sticla. Va trebui să ajungă la el. Va trebui să își instaleze echipamentul de măsură. El este cel care decide dacă va determina poziția sau impulsul. Dar simpla dispunere a echipamentelor pentru măsurarea uneia dintre mărimi împiedică, exclude măsurarea celeilalte. Mai mult decât atât, simpla măsurare modifică starea electronului. În urma experimentului Universul nu va mai fi același. Pentru a putea explica ce s-a întâmplat, cercetătorul va trebui să șteargă cuvântul „observator” și să-l înlocuiască cu cel de „participant”. Universul este, într-un anume sens, un Univers participativ.¹⁴

Ideea de „participare în loc de observare” a fost formulată recent în contextul fizicii moderne, dar ea este familială oricui studiază filosofiiile mistică. La cunoașterea mistică nu se accede prin simpla observare, ci prin implicarea directă, totală. Noțiunea de participant este esențială în concepția orientală; misticii orientali au împins-o la extrem, observator și observabilă, subiect și obiect devenind nu doar inseparabile, ci chiar nedistincte. Ei merg și mai departe, în așa fel încât, în starea de meditație profundă, distincția dintre observator și observabilă se șterge cu totul iar subiectul și obiectul se contopesc într-un întreg nediferențiat. După cum spun *Upanishadele*,

Când pare că există dualitate, atunci unul îl vede pe celălalt, unul îl miroase pe celălalt, unul îl gustă pe celălalt...Dar când totul a devenit una cu Sinele său, atunci cu ce și pe cine să vadă, cu ce și pe cine să miroasă, cu ce și pe cine să guste?¹⁵

Astfel se realizează percepția unității lumii. Ea este atinsă – după cum ne spun misticii – în acea stare a conștiinței în care individualitatea se dizolvă în nediferențiere, în care lumea simțurilor, ca și noțiunea de „lucru” sunt depășite. După cum spune Chuang Tse.

*Legătura cu trupul și cu părțile sale dispare. Percepția senzorială este înlăturată. Astfel, părăsindu-mi forma materială și luându-mi adio de la conștiința de sine, devin una cu Marele Unu. Aceasta înseamnă a sta și a uita de toate.*¹⁶

Desigur, fizica modernă are un alt domeniu de interes și nu poate merge atât de departe cu experimentarea unității lumii. Dar a făcut un mare pas în direcția concepției mistice orientale despre lume. Teoria cuantică a abolit noțiunea de obiect izolat, a introdus noțiunea de participant pentru a o înlocui pe cea de observator și probabil va include conștiința în descrierea naturii.* A ajuns să vadă Universul ca pe un sistem de relații stabilite la nivel fizic și mental, ale cărui părți sunt definite numai prin intermediul conexiunilor lor cu întregul. Pentru a rezuma viziunea asupra lumii rezultată din cercetările de fizică atomică, cuvintele adeptului budismului tantric, Lama Angarika Govinda, par perfect alese:

*Budistul nu crede într-o lume exterioară, separată și independentă de ființa umană. Lumea exterioară și lumea interioară sunt pentru el două aspecte ale aceleiași construcții în care toate forțele, evenimentele și toate formele conștiinței se împletesc într-o rețea infinită de relații ce se condiționează reciproc.*¹⁷

* Acest aspect va fi discutat în capitolul 18.

I dincolo de lumea contrariilor

Sublinierea importanței experimentării tuturor lucrurilor și fenomenelor ca manifestări ale unicului de către misticii orientali, nu presupune afirmarea egalității acestora. Ei recunosc individualitatea fiecăruia, dar în același timp sunt conștienți de faptul că toate diferențele și contrastele au un caracter relativ în cadrul unității atotcuprinzătoare. Cum, în starea normală a conștiinței, unitatea celor contrastante – și, în special, a complementarelor – este foarte greu de acceptat, ea constituie unul din cele mai uimitoare aspecte ale filosofiei Orientului. Dar, în același timp, este chiar fundamentul viziunii orientale asupra lumii.

Contrariile sunt concepte abstracte care aparțin zonei rațiunii și, de aceea, au caracter relativ. Simplul fapt de a ne concentra atenția asupra unui concept generează în mintea noastră opusul acestuia. Așa cum spune Lao Tse, „Când tot Subcerescul știe că ce este frumos este frumos, se ivește și urâtul, iar când fiecare știe că ce este bine este bine, se ivește și răul”. Misticii transcend planul conceptual și astfel devin conștienți de relația polară dintre contrarii. Ei înțeleg că binele și răul, plăcerea și durerea, viața și moartea nu reprezintă experiențe cu caracter absolut, în mod esențial diferite, ci mai degrabă două aspecte ale aceleiași realități, zone extreme ale întregului. Conștiința polarității contrariilor, deci a unității lor, este considerată în tradiția orientală unul din cele mai înalte idealuri de spiritualitate. „Fii cu adevărat veșnic, află-te dincolo de cele ce par a fi opuse” este

îndemnul lui Krishna în *Bhagavad Gita* și este și îndemnul către adepții budismului. Astfel, D.T.Suzuki scria:

*Ideea de bază în budism este de a depăși lumea contrariilor, o lume edificată pe distincțiile operate de intelect și pe stările emoționale, și de a deveni conștient de lumea spirituală a nedescriminării, ceea ce implică adoptarea unui punct de vedere absolut.*²

Întreaga învățătură budistă – și, de altfel, mistica orientală în general – împărtășește acest punct de vedere absolut, atins odată cu situarea în planul acintya, al non-raționalului, în care unitatea contrariilor devine experiență vie. Sau, așa cum spune un poem Zen,

*În amurg cântatul cocoșilor prevestește zorile;
La miezul nopții – soarele dogoritor.*³

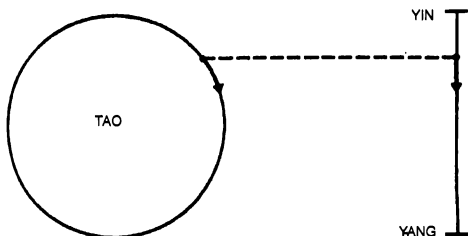
Conștientizarea relației polare dintre conceptele contrare – faptul că întunericul și lumina, victoria și eșecul, binele și răul nu sunt decât aspecte diferite ale aceluiași fenomen – reprezintă principiul de bază al modului de viață oriental. Dacă cele opuse sunt interdependente, conflictul dintre ele nu poate conduce la victoria totală a nici uneia dintre părți; acest conflict nu reprezintă decât manifestarea dinamicii lor. De aceea, pentru orientali înțelept nu este cel care își asumă imposibila sarcină de a impune binele și de a elimina răul, ci acela în stare să mențină un echilibru dinamic între bine și rău.

Noțiunea de echilibru dinamic este esențială pentru modul în care mistica orientală înțelege unitatea contrariilor. Ea nu este privită niciodată ca o egalitate statică, ci întotdeauna ca un joc dinamic al extremelor. Această idee a fost exprimată de înțelepții chinezi și prin simbolul polilor arhetipali *yin* și *yang*. Unitatea *yin-yang* ei au numit-o Tao și au privit-o ca pe un proces dinamic: „Tao face să fie lumină și tot Tao aduce întunericul”⁴.

Unitatea dinamică a contrariilor poate fi ilustrată prin exemplul mișcării circulare și al proiecției acesteia pe o

dreaptă. Să presupunem că o minge se deplasează pe circumferința unui cerc. Dacă mișcarea aceasta este proiectată pe un ecran, se obține o oscilație între două puncte extreme. (Pentru a păstra legătura cu filosofia chineză am notat centrul cercului prin TAO și am marcat punctele extreme ale drepte, care au căpătat numele de YIN și YANG). Mișcarea de rotație a mingii pe circumferința cercului se produce cu viteză constantă, dar mișcarea rezultată în urma proiecției are loc cu viteză variabilă, mingea fiind încetinită pe măsură ce se apropie de polul superior, apoi accelerată, din nou frânată ș.a.m.d., în cicluri nesfârșite. În orice proiecție de acest gen mișcarea circulară apare ca o oscilație între doi poli opuși, dar în fapt, pe circumferința cercului polii nu sunt delimitați, ci se contopesc. Gânditorii chinezi par a avea permanent în minte imaginea acestor poli contopiți, așa cum reiese din pasajele din *Chuang tse* citate anterior.

„Acesta” și „acela” încetează să mai fie opuse, aceasta este esența lui Tao. Pare o axă, dar este chiar centrul cercului eternei schimbări.



Unitatea dinamică a polilor opuși.

Polaritatea se referă la aspectele feminine și masculine ale naturii umane. Ca și în cazul antagonismelor bine-rău, viață-moarte, conflictul feminin-masculin este

soluționat prin accentuarea uneia din cele două trăsături. Societatea occidentală favorizează prin tradiție aspectul masculin al condiției umane în detrimentul celui feminin. În loc să recunoască faptul că personalitatea fiecărui bărbat și a fiecărei femei este rezultatul dinamicii elementului feminin și a celui masculin, ea a stabilit o ordine statică conform căreia bărbaților li se cere să fie masculini, iar femeilor să fie feminine și a dat bărbaților rolul conducător în societate și majoritatea privilegiilor. Această atitudine a dus la supra-accentuarea tuturor aspectelor *yang* – masculine – ale naturii umane: acțiunea, raționamentul, competiția, agresivitatea ș.a.m.d. Stările *yin* – feminine – ale conștiinței, care pot fi desemnate prin atribute ca intuitiv, religios, mistic, ocult, psihic, au fost permanent subevaluate în societatea noastră direcționată pe elementul masculin.

Mistica orientală nu diminuează importanța elementului feminin, ci urmărește unitatea celor două elemente. Ființa umană completă este aceea care, așa cum spune Lao Tse, „cunoaște masculinul și păstrează femininul”. Scopul principal urmărit de multe din tradițiile orientale, adesea ilustrat de operele de artă, este păstrarea echilibrului dinamic între stările feminine și masculine ale conștiinței. O sculptură magnifică aflată în templul hindus de la Elephanta îl reprezintă pe Shiva sub trei înfățișări: în dreapta, profilul masculin, degajând forță și virilitate; în stânga, profilul feminin – dulce, blând, seducător; iar în centru, cele două aspecte contopite – chipul lui Shiva Mahesvara, Marele Zeu, radiind seninătate și o anume detașare metafizică. În același templu, Shiva este reprezentat și în formă androgenă – jumătate femeie, jumătate bărbat – mișcarea unduitoare a trupului său și expresia detașată a chipului simbolizând, din nou, contopirea elementului feminin cu cel masculin.

În budismul tantric polaritatea masculin-feminin este ilustrată prin apelul la simbolistica sexuală. Intuiția este calitatea feminină, pasivă a naturii umane, dragostea și mila fiind calități masculine, iar contopirea acestora în starea de iluminare este simbolizată prin unirea sexuală extatică a divinităților masculine și feminine. Misticii orientali afirmă că

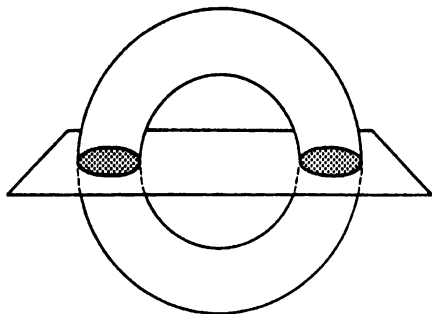
unitatea feminin – masculin poate fi experimentată doar într-un plan superior al conștiinței aflat dincolo de planul rațiunii și al limbajului și în care contrariile apar contopite astfel încât formează o unitate dinamică.

Am afirmat deja că pe un plan similar se situează fizica modernă. Explorarea lumii subatomice a revelat o realitate care transcende limbajul și raționamentul, iar unificarea conceptelor care până acum păreau ireconciliabil antagonice se dovedește a fi cea mai uluitoare trăsătură a acestei noi realități. Conceptele aparent antagonice ale fizicii nu coincid cu acelea la care se referă misticii din Orient, dar unificarea lor într-un plan superior este similară celei operate de mistica orientală. De aceea, legătura misticii cu domeniul lor de studiu le permite fizicienilor accesul la învățăturile Orientului. Într-adevăr, un număr mic, dar în continuă creștere, de tineri fizicieni au luat deja contact cu filosofia mistică orientală.

Exemplele de unificare a conceptelor antagonice în fizica modernă sunt frecvente în domeniul subatomic, acolo unde particulele sunt deopotrivă destructibile și indestructibile, unde materia este un mediu în același timp continuu și discontinuu, unde forța și materia nu sunt decât aspecte diferite ale unui singur fenomen. Toate aceste exemple, care vor fi discutate pe larg în capitolele următoare, demonstrează că sistemul conceptual al contrariilor născut din experiența zilnică este prea strâmt pentru a permite înțelegerea lumii particulelor subatomice. Teoria relativității are o importanță fundamentală în descrierea acestui univers, iar în limitele „cadrului” relativist conceptele sunt depășite prin trecerea la o altă dimensiune, aceea a spațiu-timpului cvadridimensional. Chiar noțiunile de spațiu și timp păreau complet diferite și iată că ele s-au contopit în cadrul fizicii relativiste. Această entitate fundamentală unică (spațiu-timpul) este baza unificării conceptelor opuse ca sens, menționate anterior. La fel ca și experiența unității contrariilor trăită de mistici, ea se produce într-un „plan superior”, într-o altă dimensiune și, ca și aceea a misticilor, are un caracter dinamic, deoarece realitatea spațio-temporală

relativistă este o realitate intrinsec dinamică în care obiectele sunt în același timp procese, iar formele sunt structuri dinamice.

Pentru a cunoaște experiența unificării entităților aparent separate într-un spațiu de dimensiune superioară nu trebuie neapărat să apelăm la teoria relativității. Ea se poate realiza și prin trecerea de la spațiul unidimensional la cel bidimensional sau de la spațiul bidimensional la spațiul tridimensional. În exemplul de mai sus al mișcării circulare și al proiecției sale, polii oscilației, care pe o linie (într-o dimensiune) apar ca opuși, sunt uniți pe traiectoria circulară din plan (în două dimensiuni). Desenul următor reprezintă un alt exemplu de acest fel și ilustrează trecerea de la bidimensional la tridimensional. Este un inel toroidal secționat cu un plan orizontal. Prin secționare rezultă două discuri separate în plan, adică în spațiul bidimensional, dar care în spațiul cu trei dimensiuni se dovedesc a fi părți dintr-un singur obiect. O unificare similară a entităților care par separate și ireconciliabile se obține în teoria relativității prin trecerea de la trei la patru dimensiuni. Spațiul cvadridimensional al teoriei relativității este spațiul în care forța și materia formează o unitate, în care materia se poate



manifesta ca particulă, deci în mod discontinuu, sau ca un câmp, deci având aspect continuu. Totuși, conștiința unității cvadridimensionale nu este ușor de realizat. Fizicienii beneficiază de „experiența” unității cvadridimensionale spațiu-timp prin intermediul formalismului matematic abstract al teoriilor, dar și imaginea lor – că a tuturor oamenilor – se limitează la spațiul tridimensional al simțurilor. Gândirea și limbajul nostru s-au dezvoltat în limitele acestei lumi tridimensionale și, de aceea, ne este foarte greu să ne descurcăm în realitatea cu patru dimensiuni a teoriei relativității.

Dar, misticilor orientali pare să le fie mult ușurată perceperea directă și concretă a realității într-un plan superior. În starea de meditație profundă ei depășesc universul tridimensional al vieții cotidiene și trăiesc experiența unei realități diferite în care contrariile se contopesc formând un tot organic. Dar când încearcă să își descrie experiența în cuvinte se confruntă și ei cu aceleași dificultăți cu care se confruntă și fizicienii când încearcă să vorbească despre realitatea multidimensională a teoriei relativității. În expresia lui Lama Govinda,

*Experiența unei dimensiuni superioare se atinge prin integrarea experiențelor diferitelor centre și niveluri ale conștiinței. De aici decurge imposibilitatea de a descrie anumite experiențe de meditație într-un sistem logic care reduce posibilitățile de expresie, impunând limite suplimentare procesului de gândire.*⁵

Lumea cvadridimensională a teoriei relativității nu constituie pentru fizica modernă singurul exemplu în care concepte aparent contradictorii se dovedesc a fi doar aspecte diferite ale unei unice realități. Poate cel mai faimos exemplu este acela al dublei naturi a materiei, de undă și corpuscul, din fizica atomică.

La nivel atomic materia are un caracter dual: ondulatoriu și corpuscular. În funcție de situație se manifestă un aspect sau celălalt. În unele cazuri, preponderent este caracterul corpuscular, în altele, comportarea ondulatorie;

această natură duală se manifestă și în cazul luminii și al celorlalte tipuri de radiație electromagnetică. Lumina, de exemplu, este emisă și absorbită sub formă de „cuante” sau fotoni dar la propagarea în spațiu aceste particule se comportă ca niște câmpuri electrice și magnetice în oscilație, deci prezintă toate caracteristicile undelor. Electronii sunt considerați în mod normal particule, dar atunci când un fascicul de asemenea particule este trimis pe o mică fantă, el este difractat la fel ca un fascicul de lumină – cu alte cuvinte și electronii se manifestă ca niște unde.

Aspectul dual al materiei și radiației este cu adevărat uimitor și a dat naștere multor „koan-i cuantici”, care au dus în cele din urmă la formularea teoriei cuantice. Imaginea unei care se împrăștie în spațiu este fundamental diferită de imaginea particulei, care presupune o localizare precisă (vezi figura următoare). Fizicienilor le-a luat mult timp să admită că materia se manifestă în moduri care par să se excludă reciproc; că particulele sunt în același timp și unde, că undele sunt și particule.



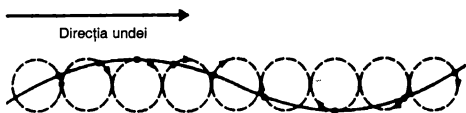
Particulă



Undă

Privind cele două imagini, un nespecialist ar fi tentat să creadă că respectiva contradicție poate fi înlăturată admitând că desenul din dreapta reprezintă pur și simplu o particulă care se deplasează pe o traiectorie ondulată. Dar argumentul se bazează pe o înțelegere greșită a naturii undelor. Particule care să se miște pe traiectorii ondulate nu există în natură. În cazul undelor care se formează pe apă, de exemplu, particulele nu se deplasează odată cu unda, ci se mișcă pe cerc pe măsură ce unda se propagă. Similar, moleculele de aer dintr-o undă sonoră se deplasează înainte

și înapoi, dar nu se propagă odată cu unda. Ceea ce transportă unda este perturbația care a produs fenomenul, nu particulele materiale. De aceea, în teoria cuantică nu vorbim despre traiectoria particulei atunci când afirmăm că ea este în același timp și undă. Ceea ce vrem să spunem este că propagarea undelor reprezintă o proprietate a particulelor. Imaginea undelor care se propagă este astfel total diferită de aceea a particulelor în mișcare; tot atât de diferită – după expresia lui Victor Weisskopf – „ca și imaginea valului format pe suprafața unui lac față de imaginea unui stol de pești care înoată în direcția în care se duce valul”⁶



Unda de apă.

Fenomenul ondulatoriu se întâlnește în fizică în diferite contexte, dar se descrie cu același formalism matematic oriunde ar apărea. Aceleași simboluri matematice sunt folosite pentru a descrie o undă luminoasă, o coardă de chitară în vibrație sau un val pe apă. La aceleași formule se apelează în cadrul teoriei cuantice pentru a descrie undele asociate particulelor. De această dată, însă, undele au un caracter încă mai abstract. Ele sunt strâns legate de natura statistică a teoriei cuantice, adică de faptul că fenomenele atomice se pot descrie numai în termeni probabilistici. Informația probabilistică despre o particulă este conținută într-o mărime numită funcție de probabilitate; din punct de vedere matematic ea are forma unei unde, ceea ce înseamnă că are forma ecuațiilor utilizate în descrierea diverselor tipuri de unde. Dar undele asociate particulelor nu sunt unde „reale”, tridimensionale, ca undele formate pe

suprafața apei sau ca cele sonore, ci sunt „unde de probabilitate”, mărimi matematice abstracte corelate cu probabilitățile de a găsi particule cu anumite proprietăți în anumite locuri din spațiu.

Introducere undelor de probabilitate rezolvă într-un fel paradoxul particulelor care sunt și unde prin plasarea lor într-un context cu totul diferit; dar în același timp trimite la o altă pereche de concepte opuse într-un mod încă și mai drastic, aceea a existenței și non-existenței. Contradicția este depășită de realitatea atomică. Despre o particulă atomică nu putem spune nici că există într-un anumit loc din spațiu, nici că nu există. Fiind o entitate probabilistică, particula are tendințe de a exista în puncte diferite și astfel se manifestă ca o realitate stranie, între existență și non-existență. De aceea, nu putem să-i descriem starea în termenii conceptelor contradictorii. Ea nu este nici prezentă într-un loc bine definit, dar nu este nici absentă. Nici nu își schimbă poziția, dar nici nu rămâne în repaus. Ceea ce se schimbă este probabilitatea, deci tendințele particulei de a exista în anumite puncte. După cum spune Robert Oppenheimer,

Întrebați, de exemplu, dacă poziția unui electron rămâne aceeași trebuie să răspundem „nu”; întrebați dacă ea se modifică în timp trebuie să răspundem „nu”; la întrebarea dacă electronii se află în repaus vom răspunde „nu”; la întrebarea dacă ei se află în mișcare, iarăși „nu”⁷

Realitatea fizicianului atomist, ca și realitatea misticului oriental, transcende cadrul îngust al conceptelor opuse. Cuvintele lui Oppenheimer par ecoul *Upanishadelor*,

Se mișcă și nu se mișcă.

Este departe și este aproape.

*Este înăuntrul a toate
și este în afara a tot.⁸*

Forță și materie, particulă și undă, mișcare și repaus, existență și non-existență – iată câteva din conceptele a căror opoziție fizică modernă o depășește. Dintre toate, opoziția existență – non-existență pare a fi cea mai radicală

și, totuși, fizica atomică ne obligă să trecem de granița dintre existență și non-existență. Aceasta este aserțiunea cea mai dificil de acceptat în teoria cuantică și care face obiectul neconținutelor reinterpretări. În același timp, situarea deasupra conceptelor de existență și non-existență reprezintă unul din aspectele stupefiantе ale misticii orientale. Ca și fizicianul atomist, misticul operează cu o realitate aflată dincolo de granița existență – non-existență și accentuează adesea acest lucru. Iată ce spune Ashvaghosha:

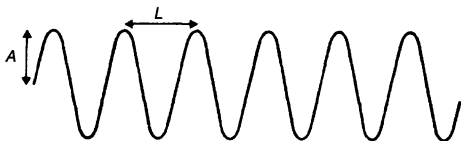
„Ceea ce este“ nu este nici existență, nici non-existență, nici ceva ce le-ar reuni în același timp pe acestea două și nici ceva ce le-ar exclude în același timp pe acestea două.”⁹

Confrunțați cu o realitate care transcende conceptele contrare, fizicienii și misticii trebuie să adopte un mod special de a gândi, în care mintea să nu fie încătușată în schema rigidă a logicii clasice, ci liberă și flexibilă. Fizica atomică ne-a obișnuit să operăm în descrierea materiei cu ambele concepte, de undă și particulă. Am învățat să trecem de la o imagine la alta pentru a ne acomoda cu universul atomic. Tot așa procedează și misticii orientali atunci când încearcă să dea o interpretare discursivă realității situate deasupra contradicției conceptuale. Așa cum arăta Lama Govinda, „modul de gândire oriental se aseamănă cu o mișcare de rotație în jurul obiectului contemplației... o imagine formată prin supraimpresionare, prin suprapunerea imaginilor obișnuite prin situarea la nivelul unor puncte de vedere diferite.”¹⁰

Pentru a vedea cum se poate comuta între imaginea particulei și cea a unde în fizica atomică, să examinăm mai în detaliu cele două concepte. Unda este un fenomen vibratoriu în spațiu și timp. La un moment dat ea apare ca o mărime periodică, așa ca în exemplul următor.

Această mărime este caracterizată de amplitudinea A , altfel spus de extensia vibrației și de lungimea de undă L , adică distanța dintre două maxime succesive. Urmărind mișcarea unui anumit punct vom observa o oscilație caracterizată de o anumită frecvență, parametru care ne

spune câte oscilații dus-întors efectuează punctul respectiv într-o secundă. Acum să ne întoarcem la imaginea particulei. Conform teoriei clasice, o particulă are la orice moment de timp o poziție bine definită, iar starea sa de mișcare poate fi descrisă în funcție de viteza și energia de mișcare. Particulele care se deplasează cu viteză mare dispun de o mare cantitate de energie. De fapt, fizicienii folosesc rareori „vectorul viteză” în descrierea stării de mișcare a particulei; cel mai adesea operează cu o mărime numită „impuls”, egală cu produsul dintre masa particulei și vectorul viteză.



Structură ondulatorie.

Teoria cuantică asociază particulei proprietățile undei de probabilitate corespunzătoare, raportând amplitudinea într-un anumit punct din spațiu a undei la probabilitatea de a găsi particula în acel punct. Dacă amplitudinea este mare, este probabil să găsim particula, dacă este mică, atunci este improbabil. Trenul de undă reprezentat anterior are aceeași amplitudine pe toată lungimea, deci particula poate fi găsită oriunde de-a lungul undei*

Informația referitoare la mișcarea particulei este conținută în lungimea de undă și în frecvență. Lungimea de

* Referitor la acest exemplu, nu trebuie să se înțeleagă că este mai probabil să se găsească particula acolo unde unda prezintă maxime, decât acolo unde prezintă minime. Structura ondulatorie statică din figură este mai curând un „stop-cadru” al unei vibrații continue în care fiecare punct atinge maxime la intervale periodice.

undă este invers proporțională cu impulsul particulei, ceea ce arată că o lungime de undă mică corespunde unei particule care are impuls mare (deci se deplasează cu viteză mare). Frecvența undei este proporțională cu energia particulei; dacă unda are frecvență mare înseamnă că particula are energie mare. În cazul luminii, de exemplu, radiația violetă are frecvență mare și lungime de undă mică fiind constituită din fotoni de impuls mare în timp ce frecvența luminii roșii este mică, lungimea de undă mare corespunzând fotonilor de energie joasă.

O undă care se împrăștie ca în exemplul nostru nu ne spune multe despre poziția particulei corespunzătoare. Ea poate fi găsită oriunde cu aceeași probabilitate. Totuși, ne confruntăm cu situații în care poziția particulei este cunoscută într-o anumită măsură, ca în cazul electronului unui atom. Într-un asemenea caz probabilitățile de a găsi particula în anumite puncte din spațiu converg într-o anumită regiune. În afara acestei zone, ele trebuie să fie nule. Această observație se traduce printr-o undă ca cea din figură, ce corespunde unei particule constrânse să se afle într-o regiune X. O asemenea structură ondulatorie se numește pachet de undă.* Acesta se compune din mai multe trenuri de undă diferite care interferă distructiv în afara regiunii X, astfel încât amplitudinea totală – deci, probabilitatea de a găsi acolo particula – este egală cu zero, pe câtă vreme în interiorul regiunii X interferă constructiv. Acest model arată că particula este localizată undeva în regiunea X, dar nu ne permite să facem afirmații mai precise.

În ceea ce privește diferitele puncte din regiunea X, nu putem decât să precizăm probabilitățile corespunzătoare de localizare (este mai probabil ca particula să se afle în centru, unde amplitudinea este mai mare și mai puțin probabil să se afle la periferia regiunii, unde amplitudinea

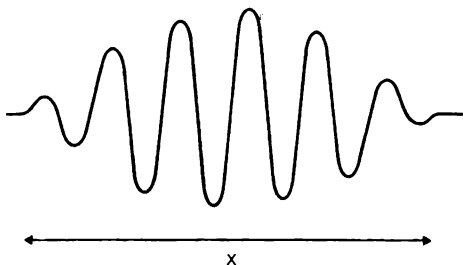
* Pentru simplitate ne rezumăm la o singură dimensiune, adică la poziția unei particule pe o dreaptă. Probabilitățile reprezentate în figură sunt exemple în două dimensiuni și corespund unor pachete de undă de formă mai complicată.

este mică). Astfel, lungimea pachetului de undă reprezintă incertitudinea de localizare.

O proprietate importantă a pachetului de undă constă în aceea că nu are o extindere spațială bine definită, adică distanța dintre două maxime succesive nu este constantă. Există o anumită dispersare a valorilor lungimii de undă care depinde de lungimea pachetului; cu cât pachetul de undă este mai puțin extins, cu atât lungimile de undă sunt mai dispersate. Aceasta nu este o consecință a principiilor teoriei cuantice, ci decurge din proprietățile undelor. Pachetele de undă nu au lungime de undă definită. Teoria cuantică intră în joc în momentul în care se asociază impulsului unei particule o lungime de undă. Dacă pachetul nu are lungime de undă precizată, atunci nici particula nu are impuls precizat. Aceasta arată că nu numai poziția particulei este incertă – datorită lungimii de undă neprecizate –, ci și valoarea impulsului – datorită dispersiei lungimilor de undă. Cele două incertitudini sunt corelate, deoarece dispersia lungimilor de undă (imprecizia în cunoașterea impulsului) depinde de extensia pachetului de undă (imprecizia în stabilirea poziției). Dacă dorim să localizăm particula cu un grad mai mare de precizie, adică să reducem extensia pachetului de undă, atunci va rezulta o dispersare mai pronunțată a valorilor lungimii de undă și astfel va crește imprecizia de determinare a impulsului particulei.

Formula matematică ce exprimă legătura dintre incertitudinile de localizare și de determinare a impulsului este cunoscută sub numele de relația de incertitudine a lui Heisenberg, sau *principiul de nedeterminare*. Înseamnă că la nivelul lumii subatomice nu se pot niciodată stabili cu aceeași precizie atât poziția, cât și impulsul unei particule. Cu cât îi vom cunoaște mai bine poziția, cu atât mai incertă va fi valoarea impulsului și reciproc. Putem decide să efectuăm o măsurătoare precisă a uneia din cele două mărimi; dar atunci nu vom ști absolut nimic despre cealaltă. Este important de subliniat că, așa cum s-a arătat și în capitolul anterior, această limitare nu se datorează imperfecțiunii tehnicilor de măsură, ci este o consecință a

principiului de nedeterminare. Dacă stabilim cu precizie poziția unei particule, atunci ea pur și simplu nu are un impuls determinat și reciproc.



Pachetul de undă corespunzător unei particule localizate undeva în regiunea X.

Relația dintre impreciziile de determinare a poziției și impulsului unei particule nu este unica formă de exprimare a principiului de nedeterminare. Relații similare se stabilesc și între alte mărimi, cum ar fi durata unui proces atomic și cantitatea de energie implicată în acel proces. Aceasta se poate constata ușor dacă se reprezintă pachetul de undă ca un proces de vibrație nu în spațiu, ci în timp. Când particula trece printr-un anumit punct de observație, unda va începe să oscileze în acel punct cu o amplitudine care va crește progresiv și apoi va scădea până se va stinge. Durata acestei oscilații reprezintă intervalul necesar particulei pentru a traversa regiunea de observație. Putem spune că traversarea are loc în acest răstimp, dar nu putem stabili cu mai multă precizie când. Extensia temporală a oscilației reprezintă imprecizia de localizare în timp a unui eveniment.

Așadar, așa cum componenta spațială a pachetului de undă nu are o lungime de undă bine definită, tot așa nici componenta temporală nu are o durată bine precizată.

Dispersia frecvențelor depinde de durata oscilației și, cum teoria cuantică asociază frecvența undei cu energia particulei, dispersia frecvențelor corespunde impreciziei în cunoașterea energiei particulei. Astfel, incertitudinea de localizare în timp a unui eveniment este legată de imprecizia în cunoașterea energiei, așa cum incertitudinea de localizare în spațiu este legată de imprecizia în cunoașterea impulsului. Aceasta înseamnă că nu se pot cunoaște niciodată cu egală precizie momentul de timp la care se petrece un eveniment și cantitatea de energie implicată în respectivul proces. Evenimentele care se petrec în intervale foarte scurte de timp nu permit cunoașterea cu precizie a energiei; procesele a căror energie este cunoscută nu pot fi localizate în timp cu precizie.

Importanța fundamentală a principiului de nedeterminare constă în aceea că el exprimă în formă precisă, matematică, limitarea conceptelor clasice. Așa cum s-a arătat anterior, lumea subatomică apare ca o rețea de relații stabilite între diferitele părți ale întregului. Noțiunile clasice derivate din experiența zilnică nu sunt adecvate pentru descrierea acestui univers. Pentru exemplificare, conceptul de particulă ca entitate fizică distinctă este o idealizare fără semnificație fundamentală. El nu poate fi definit decât în relație cu întregul din care face parte, iar legăturile sale cu acesta sunt de natură statistică – probabilități, nu certitudini. Când descriem proprietățile unei asemenea entități în termeni clasici ca poziție, energie, impuls etc., constatăm că acestea constituie perechi de concepte intercorelate care nu pot fi definite simultan cu aceeași precizie. Cu cât încercăm să îngrădim un „obiect” fizic în limitele unui concept cu atât celelalte devin mai neclare, relația dintre ele fiind dată de principiul de nedeterminare.

Pentru o mai bună înțelegere a relației dintre perechile de concepte, Niels Bohr a introdus noțiunea de complementaritate. Bohr considera că unda și particula sunt două modalități complementare de a descrie aceeași realitate, fiecare din ele fiind doar parțial corectă și cu un domeniu de aplicabilitate limitat. Amândouă imaginile sunt necesare în descrierea universului atomic, amândouă trebuie aplicate în limitele domeniilor de valabilitate date de principiul de nedeterminare.

Noțiunea de complementaritate a devenit o componentă esențială a concepției despre natură a fizicienilor. Bohr însuși a sugerat ideea că ea poate fi utilă și în alte domenii decât fizica; de fapt, complementaritatea s-a dovedit utilă și acum 2500 de ani. Ea a jucat un rol esențial în filosofia chineză la baza căreia stă ideea că noțiunile opuse se află într-o relație polară sau de complementaritate.



Blazonul lui Niels Bohr; după volumul memorial *Niels Bohr*, editat de S. Rozenthal (North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1967).

Înțelepții chinezi au ilustrat complementaritatea contrariilor prin perechea arhetipală *yin-yang*, considerând raportul lor dinamic drept caracteristică fundamentală a fenomenelor naturale și a condiției umane.

Lui Niels Bohr îi era familiar paralelismul dintre conceptul de complementaritate și ideile filosofiei chineze. Când a vizitat China în 1937, după ce el elaborase deja cadrul epistemologic al teoriei cuantice, a rămas foarte impresionat de concepția chineză despre contrarii și de atunci interesul său pentru cultura orientală nu a scăzut. Zece ani mai târziu, în semn de recunoaștere a contribuției sale majore la dezvoltarea științei și la promovarea culturii daneze. Bohr a fost înnobilit; iar când a trebuit să aleagă emblema potrivită pentru blazonul său el s-a oprit la simbolul *t'ai-chi* care exprimă complementaritatea contrariilor arhetipale *yin* și *yang*. Alegând pentru blazonul său acest simbol împreună cu deviza *Contraria sunt complementa* („Contrariile sunt complementare”), Niels Bohr recunoaște profunda armonie care există între străvechea înțelepciune orientală și știința occidentală modernă.

12 spațiu - timp

Fizica modernă a confirmat în mod spectaculos una din principalele idei ale filosofiei mistice orientale; și anume că toate conceptele cu ajutorul cărora descriem natura au caracter limitat, că nu reprezintă caracteristici intrinseci naturii așa cum ne place să credem, ci doar creații ale mentalului nostru; componente ale hărții, nu ale teritoriului. Ori de câte ori experiența noastră se extinde, limitările specifice modului de gândire rațional devin evidente și suntem obligați să modificăm unele noțiuni sau chiar să le abandonăm.

Noțiunile de timp și spațiu figurează la loc de cinste pe harta care reprezintă realitatea. Ele ne permit să ordonăm lucrurile și evenimentele din mediul nostru și, astfel, au o importanță covârșitoare nu numai în viața de zi cu zi, dar și în încercările noastre de a înțelege natura prin demersul științific și filosofic. Nu există lege a fizicii care să nu conțină conceptele de timp și spațiu în formularea sa. De aceea, modificarea lor radicală de către teoria relativității a reprezentat una din cele mai mari revoluții din istoria științei.

Fizica clasică se bazează atât pe noțiunea de spațiu absolut, tridimensional, independent de obiectele materiale pe care le conține și ascultând de legile geometriei euclidiene, cât și pe cea de timp ca dimensiune separată, absolută, care se scurge uniform și independent de lumea materială. În Vest aceste noțiuni erau atât de înrădăcinate în

mintea filosofilor și a oamenilor de știință, încât au fost luate drept caracteristici reale, indiscutabile ale naturii.

Convingerea că geometria aparține naturii însăși și nu este doar o componentă a cadrului conceptual care ne servește ca să o descriem, își are originea în filosofia greacă. Geometria demonstrativă constituia pentru greci nucleul matematicii și a influențat profund filosofia lor. Metoda sa, de a porni de la axiome și de a deriva teoreme pe calea raționamentului deductiv, a devenit metoda clasică a filosofiei grecești; astfel, geometria se afla în centrul tuturor activităților intelectuale și forma baza instruirii filosofice în Grecia. Se spune că deasupra intrării Academiei Platoniciene din Atena se afla o inscripție care spunea „Aici n-au voie să intre cei care nu știu geometrie”. Grecii credeau că teoremele lor matematice exprimă adevăruri eterne ale lumii reale și că formele geometrice sunt manifestări ale frumuseții absolute. Geometria era considerată combinația perfectă între logică și estetică și, de aceea, de proveniență divină. De aici dictonul lui Platon „Dumnezeu este geometru”.

Deoarece credeau că geometria este revelată de către Divinitate, evident că grecii se așteptau ca cerul să se dovedească constituit din aceleași forme geometrice perfecte. Această concepție presupune mișcarea corpurilor cerești pe traiectorii circulare. Pentru ca imaginea să fie perfect geometrică, spațiile astrale erau descrise de ei ca niște sfere cristaline concentrice care se rotesc având Pământul în centru.

În secolele următoare geometria grecilor a continuat să exercite o influență puternică asupra filosofiei și științei occidentale. *Elementele* lui Euclid a reprezentat un text de bază în școlile europene până la începutul acestui secol, iar geometria euclidiană a fost considerată însăși natura spațiului, vreme de mai mult de două mii de ani. A fost nevoie de un Einstein pentru ca oamenii de știință și filosofi să își dea seama că geometria nu este intrinsecă naturii, ci îi este impusă acesteia de intelectul nostru. Henry Margenau afirmă în acest sens:

Elementul central al teoriei relativității îl constituie recunoașterea faptului că geometria ... este o construcție a intelectului. Numai atunci când se acceptă acest adevăr, mentalul devine liber să modifice noțiunile de timp și spațiu cu care s-a operat atâta vreme, să evalueze toate posibilitățile de definire a acestor noțiuni și să selecteze acea formulare care este în acord cu observația.¹

Spre deosebire de filosofia greacă, cea orientală a afirmat mereu că spațiul și timpul sunt creații ale mentalului. Misticii le tratează ca pe toate celelalte concepte – relative, limitate, iluzorii. Într-un text budist se află următoarele cuvinte:

Învățătura lui Budha spune, că: oh, călugări,... trecutul, viitorul, spațiul fizic, și individul nu sunt altceva decât nume, forme ale gândirii, cuvinte de uz comun, realități superficiale.²

De aceea în Extremul Orient geometria n-a avut niciodată statutul pe care l-a avut în vechea Grece, dar aceasta nu înseamnă că indienii și chinezii n-ar fi avut cunoștințe de geometrie. Se foloseau de ele când construiau altare de forme geometrice precise, când măsurau pământul și elaborau hărți ale cerului, dar niciodată spre a stabili adevăruri abstracte și eterne. Atitudinea lor filosofică este reflectată și de faptul că știința orientală nu găsește necesar să încadreze natura într-o schemă cu linii drepte și cercuri perfecte. În acest context, afirmațiile lui Joseph Needham în legătură cu astronomia chineză sunt foarte interesante:

Astronomii chinezi nu simt nevoia de a da explicații cu ajutorul formelor geometrice – pentru ei, componentele organismului universal își urmează propriul Tao în funcție de adevărata sa natură, iar mișcarea fiecăreia poate fi descrisă numai în forma esențialmente „non-reprezentativă”, algebrică. Chinezii nu erau obsedați, ca europenii, de cerc ca formă geometrică per-

*fectă... și nici nu erau prizonierii concepției medievale a sferelor cristaline.*³

Așadar, filosofii antici orientali adoptaseră deja atitudinea specifică teoriei relativității, considerând că noțiunile de geometrie nu reprezintă proprietăți absolute, eterne, ale naturii, ci construcții ale intelectului. În exprimarea lui Ashvaghosha,

*Să se înțeleagă clar că spațiul nu reprezintă decât un mod de particularizare și nu are existență reală... Spațiul există doar în relație cu tendința de particularizare proprie conștiinței.*⁴

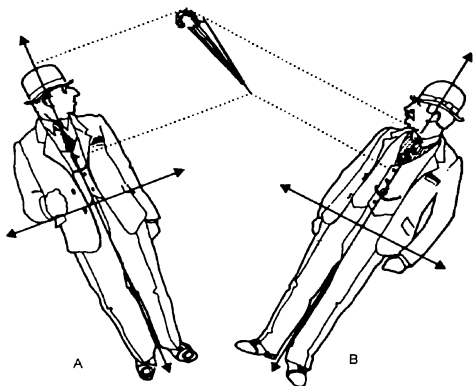
Același lucru este valabil și pentru ideea de timp. Misticii din Orient leagă ambele noțiuni – de spațiu și timp – de anumite stări particulare ale conștiinței. Capabili să pătrundă, prin meditație, dincolo de starea obișnuită, ei au înțeles că noțiunile convenționale de spațiu și timp nu reprezintă adevărul ultim. Rezultatul experienței mistice – concepția lor rafinată despre spațiu și timp – ne apare similară concepției conturate în fizica modernă de teoria relativității.

În ce constă, așadar, această nouă concepție despre spațiu și timp care decurge din teoria relativității? Ea are la bază descoperirea că toate măsurătorile de spațiu și timp au caracter relativ. Relativitatea coordonatelor spațiale nu constituia, firește, o noutate. Era binecunoscut încă înainte de Einstein faptul că poziția în spațiu a unui obiect poate fi definită numai în raport cu alte obiecte. Aceasta se realizează de obicei cu ajutorul a trei coordonate, punctul în raport cu care se face măsurătoarea propriu-zisă reprezentând localizarea „observatorului”.

Pentru a ilustra relativitatea unor asemenea coordonate, să ne imaginăm doi observatori care plutesc în spațiu și o umbrelă – așa cum se vede în desenul de pe pagina următoare.

Observatorul A vede umbrela în stânga sa și ușor înclinată, astfel încât capătul ei superior este mai aproape de el decât capătul inferior. Pe de altă parte, observatorul B vede umbrela în dreapta sa și cu capătul superior mult mai

îndepărat. Deplasând acest exemplu bidimensional într-un spațiu cu trei dimensiuni, devine evident că noțiuni ca „dreapta“, „stânga“, „sus“, „jos“, „oblic“ depind de poziția observatorului și, astfel, au caracter relativ.



Doi observatori, A și B, și obiectul observației: o umbrelă.

Acest lucru era cunoscut cu mult timp înaintea apariției teoriei relativității. Dar în ceea ce privește timpul, situația în fizica clasică era cu totul alta. Ordinea în timp a două evenimente era considerată independentă de orice observator. Se considera că noțiunile referitoare la timp – cum ar fi „înainte“, „după“ sau „simultan“ – au caracter absolut, adică nu depind de sistemul de coordonate.

Einstein a arătat că și coordonatele temporale au caracter relativ și depind de observator. În cazul experienței comune, impresia că evenimentele se pot aranja într-o secvență unică în timp se datorează faptului că viteza

luminii – 186 000 mile pe secundă – este atât de mare în comparație cu toate celelalte viteze observabile, încât se poate considera că noi observăm evenimentele în chiar momentul în care ele se produc. Dar acest lucru este incorect. Luminii îi trebuie un interval de timp pentru a ajunge de la eveniment la observator. În mod obișnuit, acest interval este atât de scurt încât pare că lumina se propagă instantaneu; dar atunci când observatorul se deplasează cu viteză mare în raport cu fenomenele cercetate, intervalul de timp dintre momentul producerii unui eveniment și momentul observării lui joacă un rol crucial în stabilirea secvenței evenimentelor. Einstein a arătat că într-un asemenea caz, observatorii care se deplasează cu viteze diferite vor ordona diferit evenimentele în timp* Două evenimente care îi apar unui observator ca simultane pot fi văzute de alți observatori în secvențe temporale diferite. La viteze obișnuite diferențele sunt atât de mici încât nu pot fi detectate, dar la viteze apropiate de viteza luminii efectele devin măsurabile. În fizica energiilor înalte, unde evenimentele sunt reprezentate de interacțiile dintre particulele care se deplasează cu viteze foarte apropiate de viteza luminii, caracterul relativ al timpului este stabilit și a fost confirmat prin nenumărate experimente.*

Relativitatea timpului ne obligă să renunțăm la conceptul newtonian de spațiu absolut. Un asemenea spațiu presupune o configurație bine definită a materiei la orice moment de timp; dar acum, când simultaneitatea ne apare ca un concept relativ, dependent de starea de mișcare a observatorului, nu mai este posibilă definirea unui asemenea

* Pentru a stabili acest rezultat este esențial să se ia în considerare faptul că viteza luminii este aceeași pentru toți observatorii.

** De notat că în acest caz observatorul se află în repaus în laborator, dar evenimentele supuse observației sunt cauzate de particule care se deplasează cu viteze diferite. Efectul este același. Ceea ce contează este *mișcarea relativă* a observatorului și observabilelor. Nu are importanță care din acestea două se deplasează față de laborator.

moment de timp pentru întregul Univers. Un eveniment îndepărtat care pentru un anumit observator se produce la un moment dat, pentru un altul se poate produce mai devreme sau mai târziu. Este, deci, imposibil să se vorbească despre „Univers la un moment dat” în mod absolut; nu există spațiu absolut, independent de observator.

Teoria relativității a demonstrat că toate măsurătorile care implică spațiul și timpul își pierd semnificația absolută și ne-a obligat să abandonăm conceptele clasice de spațiu și timp absolut. Importanța fundamentală a acestei realizări a fost subliniată de Mendel Sachs astfel:

Adevărata revoluție produsă de teoria lui Einstein constă în abandonarea ideii că sistemul de coordonate spațio-temporale ar avea semnificație obiectivă, de entitate fizică separată. În locul acestei idei, teoria relativității statuează faptul că spațiul și timpul sunt doar elemente ale limbajului cu ajutorul cărora observatorul își descrie mediul.⁵

Această afirmație făcută de un fizician contemporan evidențiază afinitățile care există între noțiunile de spațiu și timp din fizica modernă și acelea ale misticilor orientali care susțin, cum am arătat mai înainte, că spațiul și timpul „nu sunt altceva decât nume, forme ale gândirii, cuvinte de uz comun.”

Cum spațiul și timpul sunt reduse acum la rolul subiectiv de elemente ale limbajului de care observatorii se folosesc pentru a descrie fenomenele naturale, fiecare din ei le va descrie în mod diferit de ceilalți. Pentru a putea stabili legi universale pe baza acestor descrieri, ei trebuie să formuleze legile în așa fel încât să aibă aceeași formă în orice sistem de coordonate, adică pentru toți observatorii aflați în poziții și stări de mișcare arbitrare. Această cerință este cunoscută sub numele de principiul relativității și a constituit punctul de plecare al teoriei relativității. Interesant este faptul că germenele teoriei relativității era conținut în paradoxul cu care s-a confruntat Einstein pe când avea doar

șaisprezece ani. El a încercat să își imagineze cum i-ar apărea un fascicul de lumină unui observator care s-ar deplasa odată cu respectivul fascicul, deci ar avea viteza luminii și a ajuns la concluzia că un asemenea observator ar vedea fasciculul ca pe un câmp electromagnetic oscilând înainte și înapoi fără a se propaga, adică fără să formeze o undă. Dar un asemenea fenomen nu este cunoscut în fizică. Tânărul Einstein a constatat că ceea ce unui observator îi apare ca un fenomen electromagnetic binecunoscut – și anume o undă luminoasă –, altuia îi apare ca un fenomen ce contrazice legile fizicii, fapt pe care-l găsea inacceptabil. Mai târziu, Einstein a înțeles că principiul relativității este satisfăcut numai dacă toate coordonatele, spațiale și temporale, sunt relative. Legile mecanicii, care guvernează fenomenele asociate cu corpurile în mișcare și legile electrodinamicii, adică teoria electricității și magnetismului, pot fi formulate într-un cadru comun „relativist” care să includă timpul ca a patra coordonată pe lângă cele trei coordonate spațiale, toate trebuind să fie specificate relativ la observator.

Pentru a verifica dacă principiul relativității este satisfăcut, adică dacă ecuațiile unei teorii au aceeași formă în toate sistemele de coordonate, trebuie să fie posibilă trecerea coordonatelor spațiale și temporale de la un sistem de coordonate – sau „de referință” – la altul. Asemenea treceri sau „transformări” erau deja binecunoscute și des utilizate în fizica clasică. Transformarea de coordonate prin trecerea de la un sistem de referință la altul în desenul din figura anterioară, de exemplu, exprimă fiecare din cele două coordonate ale observatorului A (una orizontală și una verticală, după cum se indică în desen prin săgețile încrucișate) ca o combinație între coordonatele observatorului B și reciproc. Expresiile exacte se obțin pe baza geometriei elementare.

În fizica relativistă, adăugarea coordonatei temporale ca o a patra coordonată pe lângă cele trei spațiale dă naștere unei situații noi. Cum prin transformarea între

diferitele sisteme de referință se exprimă fiecare coordonată dintr-un sistem ca o combinație a coordonatelor din celălalt, o coordonată spațială în raport cu un anumit sistem de referință va fi funcție de coordonatele spațiale și temporale măsurate în raport cu un alt sistem de referință. Iată, într-adevăr, o situație cu totul nouă. Orice schimbare de sistem de coordonate combină spațiul și timpul într-o formă matematică bine definită. Astfel, ele nu mai pot fi separate, întrucât ceea ce unui observator îi pare a fi doar spațiu, altuia îi apare ca o combinație de spațiu și timp. Teoria relativității a demonstrat că spațiul nu este tridimensional, iar timpul nu constituie o entitate fizică separată. Amândouă sunt intim și inseparabil corelate, formând un continuum cvadridimensional numit „spațiu-timp”. Conceptul de spațiu-timp a fost introdus de Hermann Minkovski într-o lucrare celebră datând din 1908:

Concepțiile despre spațiu și timp pe care doresc să vi le prezint au tășnit de pe teritoriul fizicii experimentale și tocmai în asta stă forța lor. Ele sunt radical diferite. De aceea, noțiunilor de spațiu ca atare și timp ca atare nu le mai rămâne decât să se estompeze ca niște umbre, singură uniunea lor păstrând o identitate reală.⁶

Conceptele de spațiu și timp sunt atât de importante în descrierea fenomenelor naturii, încât modificarea lor atrage după sine alterarea întregului cadru epistemologic al fizicii. Noul cadru tratează spațiul și timpul în mod nediferențiat. În fizica relativistă nu putem vorbi despre spațiu fără a implica și timpul și reciproc. Ori de câte ori se descriu fenomene care se desfășoară la viteze mari trebuie să ne raportăm la acest cadru filosofic.

Cu mult timp înaintea elaborării teoriei relativității, legătura inseparabilă dintre timp și spațiu era binecunoscută în astronomie, dar într-un context diferit. Astronomii și astrofizicienii operează cu distanțe extrem de mari, situație în care faptul că luminii îi este necesar un anumit interval de timp pentru a se propaga de la obiectul observat la

observator are o mare importanță. Datorită faptului că viteza luminii este finită, astronomul nu observă prezentul Universului, ci întotdeauna trecutul său. Pentru a călători de la Soare la Pământ, luminii îi trebuie opt minute și de aceea, indiferent la ce moment vedem noi Soarele, îl vedem de fapt așa cum era cu opt minute în urmă. În mod similar, vedem cea mai apropiată stea așa cum arăta ea acum patru ani și cu telescoapele noastre foarte puternice vedem galaxiile așa cum arătau ele cu milioane de ani în urmă.

Viteza finită a luminii nu constituie nicidecum un handicap pentru astronomi, ci un mare avantaj. Ea le permite să observe evoluția stelelor și a galaxiilor privind în spațiu și în trecut. Toate tipurile de fenomene care s-au petrecut în ultimele milioane de ani pot fi observate undeva în spațiu ca și când s-ar petrece acum. Iată, deci, că astronomii sunt familiarizați cu importanța legăturii dintre spațiu și timp. Teoria relativității ne spune că această legătură nu este importantă numai în cazul distanțelor mari, ci și al vitezelor mari. Chiar și aici, pe Pământ, rezultatul măsurării unei distanțe nu este independent de timp, deoarece măsurarea implică specificarea stării de mișcare a observatorului și, astfel, o raportare la coordonata temporală.

Unificarea spațiului și timpului atrage după sine – așa cum s-a arătat în capitolul precedent – unificarea altor concepte fundamentale și acesta este aspectul cel mai important al concepției relativiste. Noțiuni care apăreau ca total disparate în fizica nerelativistă se dovedesc acum a nu fi altceva decât aspecte diferite ale unuia și aceluiași concept. Aceasta este proprietatea care dă teoriei relativității o mare frumusețe și o eleganță matematică desăvârșită. Experiența îndelungată de lucru în contextul teoriei relativității ne-a determinat să îi apreciem eleganța și să ne familiarizăm cu formalismul său matematic. Totuși, intuiția noastră n-a avut prea mult de câștigat. Nu beneficiem de experiența directă, senzorială a spațiu-timpului cvadridimensional și nici a celorlalte concepte relativiste. Ori de câte ori studiem fenomene care implică viteze foarte mari, ne este

greu să operăm cu aceste concepte atât la nivelul intuiției, cât și al limbajului comun.

De exemplu, în fizica clasică se considera că o bară are aceeași lungime și în mișcare și în repaus. Teoria relativității a demonstrat că lucrurile nu stau așa. Lungimea unui obiect depinde de mișcarea sa în raport cu observatorul și variază cu viteza de mișcare. Pe direcția mișcării, obiectul se contractă. O bară are lungime maximă într-un sistem de referință aflat în repaus și se scurtează odată cu creșterea vitezei sale față de observator. În experiențele de „împrăștiere” din fizica energiilor înalte, în care particulele se ciocnesc cu viteze extrem de mari, contracția relativistă este atât de pronunțată încât particulele sferice capătă aspect de „clătite”.

Este important să se înțeleagă faptul că nu are nici-un sens să ne întrebăm care este lungimea „reală” a unui obiect, așa cum în viața cotidiană nu are sens să ne întrebăm care este lungimea reală a umbrei cuiva. Umbra este o proiecție a unor puncte dintr-un spațiu tridimensional într-un spațiu bidimensional, deci lungimea sa va depinde de unghiul de proiecție. În mod similar, lungimea unui obiect aflat în mișcare reprezintă o proiecție de puncte din spațiul cvadridimensional în spațiul tridimensional, iar lungimea acestei proiecții este diferită în diferitele sisteme de referință.

Afirmația este valabilă și pentru intervalele de timp. Și ele depind de sistemul de referință, dar spre deosebire de distanțe, cresc cu creșterea vitezei față de observator. Aceasta înseamnă că ceasurile aflate în mișcare „merg” mai încet; pentru ele timpul se scurge mai lent. Afirmația este valabilă indiferent de tipul de ceas: ceasuri mecanice, atomice, chiar și ceasul biologic – de exemplu, ritmul cardiac al omului. Dacă unul din doi frați gemeni ar face o călătorie în spațiu cu viteză foarte mare, la întoarcere el ar fi mai tânăr decât fratele său, deoarece „ceasurile” sale – ritmul cardiac, circulația sanguină, undele cerebrale etc. – ar încetini pe durata călătoriei din punctul de vedere al celui rămas pe Pământ. Călătorul, evident, n-ar observa nimic neobișnuit, dar la întoarcere ar constata că fratele său

geamăn este mult mai bătrân decât el. Acest „paradox al gemenilor” este, probabil, cel mai celebru paradox al fizicii moderne. A provocat controverse aprinse în paginile multor publicații științifice, unele continuând încă – dovada elocventă a faptului că realitatea descrisă în teoria relativității nu este ușor de acceptat de gândirea comună.

Scurgerea mai lentă a timpului în cazul mișcării, paradoxală cum pare, a fost dovedită în fizica particulelor elementare. Cele mai multe particule subatomice sunt instabile, adică se dezintegrează după un timp în alte particule. Numeroase experimente au confirmat faptul că timpul de viață* al unei astfel de particule instabile depinde de starea ei de mișcare – crește cu creșterea vitezei particulei. Particulele care se deplasează cu o viteză egală cu 80% din viteza luminii au un timp de viață de 1,7 ori mai mare decât „gemenele” lor mai lente, iar când ating 99% din viteza luminii, un timp de viață de 7 ori mai mare. Încă o dată subliniez că asta nu înseamnă că timpul de viață propriu al particulei se modifică. Din punctul de vedere al particulei, timpul său de viață este întotdeauna același, dar din punctul de vedere al observatorului aflat în laborator, „ceasul intern” al particulei a încetinit și de aceea ea trăiește mai mult.

Toate aceste efecte relativiste ne par stranii pentru că nu putem trăi experiența senzorială a spațiu-timpului cva-dridimensional, ci doar a „proiecțiilor” sale tridimensionale. Aceste proiecții au aspecte diferite în diferite sisteme de referință; obiectele în mișcare arată altfel decât obiectele în repaus, iar timpul ceasurilor în mișcare curge diferit. Efectele acestea ne vor părea paradoxale dacă nu vom înțelege că ele nu sunt altceva decât proiecții ale fenomenelor cva-dridimensionale tot așa cum umbrele sunt proiecții ale obiectelor tridimensionale. Dacă am putea vizualiza realitatea

* Este bine să subliniem un amănunt tehnic: atunci când vorbim despre timpul de viață al unei particule instabile ne referim la timpul său mediu de viață. Datorită caracterului statistic al fizicii subatomice, nu putem face afirmații cu privire la o singură particulă.

cvadridimensională a spațiu-timpului, atunci nimic n-ar mai părea paradoxal.

După cum am arătat deja, misticii orientali pot atinge stări speciale ale conștiinței, stări în care ei depășesc lumea tridimensională a experienței zilnice și experimentează o realitate superioară, multidimensională. În acest sens, Aurobindo vorbește despre „o schimbare subtilă, care te face să vezi într-o a patra dimensiune.”⁷ S-ar putea ca dimensiunile acestor stări ale conștiinței să nu fie chiar acelea pe care le are în vedere fizica relativistă, dar este evident că ele i-au condus pe mistici spre concepții despre timp și spațiu foarte apropiate acelor pe care se bazează teoria relativității.

Întreaga evoluție a filosofiei mistice din Orient dovedește existența unei intuiții profunde a caracterului „spațio-temporal” al realității. Faptul că spațiul și timpul sunt indisolubil legate, fapt atât de caracteristic fizicii relativiste, este accentuat în nenumărate rânduri. Noțiunile intuitive de spațiu și timp și-au găsit poate cea mai clară și mai elaborată expresie în budism și în special în doctrina școlii *Avatamsaka*, ramură a budismului Mahayana. *Avatamsaka Sutra*, textul fundamental al acestei școli, dă o minunată descriere a felului în care se trăiește experiența realității în starea de iluminare. Conștiința „întrepătrunderii spațiului și timpului” – expresie ideală pentru descrierea spațiu-timpului – este în mod repetat accentuată în *sutra* și este considerată aspectul definitoriu al stării de iluminare. În exprimarea lui D. T. Suzuki,

*Semnificația sutrei Avatamsaka și filosofia sa ne scapă atâta timp cât nu trăim experiența... unei stări de completă disoluție, în care nu mai există distincție între trup și suflet, subiect-și obiect... Privind în jur observăm că... fiecare obiect este legat de toate celelalte... nu numai din punct de vedere spațial, ci și temporal. ...și iată – un fapt care ține de pura experiență –, nu există spațiu fără timp, nu există timp fără spațiu; acestea se întrepătrund.*⁸

Cu greu s-ar putea găsi o modalitate mai potrivită pentru a descrie spațiu-timpul relativist. Compararea afirmațiilor lui Suzuki cu acelea ale lui Minkovski, citate mai înainte, evidențiază faptul că atât fizicienii, cât și adepții budismului consideră că noțiunile de spațiu și timp se raportează la experiență; experimentul științific, în primul caz, experiența mistică în cel de-al doilea.

După părerea mea, ceea ce face ca viziunea misticilor orientali asupra lumii să se asemene mult mai mult cu concepția științifică modernă decât aceea a grecilor antici, este intuiția atemporalității. Filosofia naturală a grecilor este, în întregul ei, esențial statică și are la bază geometria. S-ar putea spune despre ea că are un caracter profund „nerelativist”; și tocmai puternica sa influență asupra modului de gândire occidental determină dificultățile de înțelegere a modelelor relativiste. În schimb, filosofii orientale se concentrează pe dinamica „spațiu-timp” și de aceea, intuiția îi aduce pe mistici foarte aproape de concepția relativistă modernă.

Conștiința corelației și a interpenetrării spațiului și timpului face ca atât concepțiile fizicienilor moderni cât și cele ale misticilor din Orient să aibă un caracter dinamic, conținând evoluția și schimbarea ca elemente esențiale. Acest aspect, care va fi detaliat în capitolul următor, se constituie într-o a doua mare temă ce rezultă din compararea fizicii cu filosofii orientale – prima fiind unitatea lumii. Studiind modelele relativiste și teoriile științifice moderne vom constata că toate reprezintă ilustrări spectaculoase ale celor două aspecte ale concepției orientale – unitatea Universului și caracterul său dinamic.

Teoria relativității, așa cum a fost ea expusă până aici, este cunoscută sub numele de „teoria relativității restrânse”. Ea oferă un cadru epistemologic comod pentru descrierea fenomenelor asociate corpurilor în mișcare, fenomenelor electrice și magnetice; caracteristicile sale principale sunt relativitatea spațiului și a timpului și unificarea lor într-o entitate cvadridimensională numită spațiu-timp.

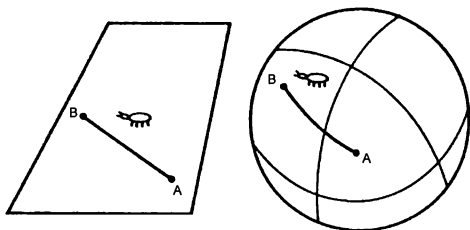
În „teoria generală a relativității”, cadrul teoriei relativității restrânse este extins pentru a include gravitația. Efectul gravitației, conform teoriei generale a relativității, este acela de a curba spațiu-timpul – lucru, iarăși, extrem de dificil de imaginat. Ne putem ușor imagina o suprafață bidimensională curbă, ca suprafața unui ou, pentru că în spațiul tridimensional întâlnim asemenea suprafețe. Semnificația termenului de curbură în cazul suprafețelor bidimensionale este astfel foarte clară; dar în ceea ce privește spațiul tridimensional – ca să nu mai vorbim de spațiu-timpul cvadridimensional – imaginația ne abandonează. Deoarece nu putem privi spațiul tridimensional „din exterior”, nu putem înțelege cum poate el să fie încovoiat într-o anumită direcție.

Pentru a înțelege spațiu-timpul curb trebuie să facem analogii cu suprafețele bidimensionale. Să ne imaginăm, de exemplu, suprafața unei sfere. Faptul crucial care face posibilă analogia cu spațiu-timpul este acela că respectiva curbură este o proprietate intrinsecă acelei suprafețe și poate fi măsurată fără a ne situa pentru aceasta în spațiul tridimensional. O insectă bidimensională constrânsă să se deplaseze pe suprafața sferei și incapabilă să experimenteze a treia dimensiune ar putea, cu toate acestea, să își dea seama că suprafața pe care se află este curbă, deoarece ea poate efectua măsurători geometrice.

Spre a ne da seama cum este posibil acest lucru, vom face o comparație între geometria gândăcelului de pe sferă cu geometria unei insecte similare, dar care trăiește pe o suprafață plană*. Să presupunem că cei doi gândăcei își încep studiile de geometrie trasând o dreaptă, definită ca cea mai scurtă distanță între două puncte. Rezultatul este înfățișat în figura următoare. Observăm că gândăcelul aflat pe suprafața plană a trasat o foarte frumoasă linie dreaptă; dar ce-a făcut cel de pe sferă? Pentru el, linia pe care a trasat-o este cea mai scurtă legătură între cele două puncte

* Următoarele exemple sunt citate din R. P. Feynman, R. B. Leighton și M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, (Addison-Wesley Reading, Mass., 1966) vol. II, capitolul 42.

A și B, de vreme ce oricare alta s-ar dovedi a fi mai lungă; dar din punctul nostru de vedere ea este o curbă (mai precis, un arc de cerc).

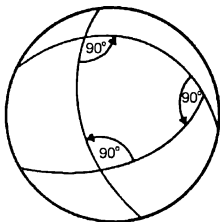


Cum se desenează o „dreaptă” în plan și pe sferă.

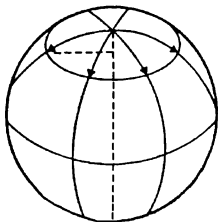
Acum, să presupunem că gândăceii studiază triunghiurile. Gândăcelul de pe plan va constata că suma celor trei unghiuri ale oricărui triunghi este egală cu suma a două unghiuri drepte, adică cu 180° ; dar gândăcelul de pe sferă va constata că suma unghiurilor triunghiurilor sale este întotdeauna mai mare decât 180° (după cum se poate vedea în desenul din stânga de pe pagina următoare).

În cazul triunghiurilor mici, suma depășește cu puțin valoarea 180° , dar pe măsură ce acestea cresc, diferența față de valoarea amintită crește și ea; astfel încât, în cele din urmă gândăcelul de pe sferă va putea să deseneze triunghiuri pentru care suma unghiurilor să fie egală cu trei unghiuri drepte. În final, lăsăm gândăceii să traseze cercuri și să le măsoare circumferința. Insecta de pe plan va constata că circumferința cercurilor sale este întotdeauna egală cu produsul dintre 2π și raza corespunzătoare, indiferent de dimensiunea cercurilor. Aceasta în timp ce gândăcelul de pe sferă va constata că întotdeauna circumferința cercurilor sale este mai mică decât produsul

dintre 2π și rază. După cum se poate vedea în desenul din dreapta, ceea ce gândăcelul numește rază a cercului său este, de fapt, o curbă care va fi întotdeauna mai lungă decât raza reală a cercului.



Un triunghi desenat pe o sferă poate avea trei unghiuri drepte.



Cum se desenează un cerc pe o sferă.

Pe măsură ce gândăceii vor continua să studieze geometria, cel aflat pe plan va descoperi axiomele și teoremele geometriei euclidiene, în timp ce amicul său de pe sferă va descoperi cu totul alte legi. Diferența dintre ele va fi mică în cazul figurilor geometrice de dimensiuni mici, dar va crește cu dimensiunea acestora. Exemplul cu gândăceii ne arată că oricând se poate stabili dacă o suprafață este curbă sau nu efectuând măsurători geometrice și comparând rezultatele cu acelea prezise de geometria euclidiană. Dacă există discrepanțe, atunci suprafața este curbă; cu cât discrepanța este mai pronunțată – la o dimensiune dată a figurilor geometrice – cu atât curbura este mai pronunțată.

În același mod definim un spațiu tridimensional curb ca fiind acel spațiu în care geometria euclidiană nu mai este valabilă. Legile geometriei într-un asemenea spațiu vor fi de un tip diferit, „ne-euclidian”. Geometria ne-euclidiană a fost elaborată ca pură abstracțiune matematică, de către mate-

maticianul Georg Riemann în secolul al XIX-lea și mult timp n-a reprezentat mai mult de atât; dar aceasta până când Einstein a lansat sugestia revoluționară conform căreia spațiul tridimensional în care trăim este, de fapt, curb. Conform teoriei lui Einstein, curbura spațiului se datorează câmpurilor gravitaționale generate de corpurile dotate cu masă. Spațiul din jurul oricărui corp cu masă este curbat, iar gradul de curbura, adică gradul în care geometria sa se abate de la geometria euclidiană depinde de masa obiectului.

Ecuatiile care leagă curbura spațiului de distribuția masei în spațiu sunt ecuațiile Einstein ale câmpului. Ele se aplică nu numai pentru a determina variațiile locale ale curburii în vecinătatea stelelor și a planetelor, ci și pentru a stabili dacă există o curbura globală a spațiului, pe distanță mare. Cu alte cuvinte, ecuațiile Einstein pot fi utilizate pentru a determina structura Universului ca întreg. Din nefericire, rezultatul lor nu este unic. Sunt posibile mai multe soluții ale ecuațiilor și aceste soluții constituie modele variate ale Universului, modele studiate în cosmologie, unele dintre ele urmând a fi expuse în capitolele următoare. Obiectivul principal urmărit astăzi în cosmologie este de a stabili care model corespunde structurii actuale a Universului.

Cum în teoria relativității spațiul nu poate fi separat de timp, curbura datorată gravitației nu poate fi limitată la spațiul tridimensional, ci trebuie extinsă la spațiu-timpul cvadridimensional – și tocmai asta realizează teoria relativității. Într-un spațiu-timp curb, distorsiunile datorate curburii nu afectează numai relațiile spațiale, geometrice, ci și extensiile intervalelor de timp. Timpul nu se scurge cu aceeași viteză ca în „spațiu-timpul plan” și așa cum curbura variază de la un punct la altul, conform distribuției de masă, tot așa variază și viteza de curgere a timpului. Este important de observat că, totuși, această variație a vitezei de trecere a timpului poate fi constatată doar de un observator aflat în alt loc decât acela în care se află ceasurile care măsoară variațiile. Dacă, de exemplu, observatorul s-ar afla

într-un loc în care timpul trece mai greu, toate ceasurile sale ar rămâne în urmă și deci nu ar avea nici un mijloc să măsoare efectul.

În mediul nostru terestru efectele gravitației asupra spațiului și timpului sunt atât de mici încât se neglijează; dar în astrofizică, acolo unde se lucrează cu corpuri masive, ca planetele, stelele și galaxiile, curbura spațiu-timpului este un fenomen important. Toate observațiile au confirmat teoria lui Einstein și ne-au convins că, într-adevăr, spațiu-timpul este curb. Cele mai puternice efecte ale curburii spațiului sunt puse în evidență la colapsul gravitațional al stelelor masive. Conform teoriei actuale, orice stea atinge un stadiu în evoluția sa după care colapsează datorită atracției gravitaționale care se exercită între particulele sale. Cum atracția crește rapid cu inversul distanței dintre particule, implozia se accelerează și, dacă steaua este suficient de masivă, adică dacă are o masă de două ori mai mare decât a Soarelui nici un proces cunoscut nu mai poate opri colapsul care continuă un timp nedefinit.

Pe măsură ce steaua colapsează și devine din ce în ce mai densă, forța gravitațională la nivelul suprafeței sale devine din ce în ce mai puternică și, în consecință, spațiu-timpul în jurul stelei se curbează din ce în ce mai mult. Datorită creșterii în intensitate a atracției gravitaționale la nivelul suprafeței stelei, devine din ce în ce mai dificil ca ceva să scape de pe această suprafață și în cele din urmă nimic – nici măcar lumina – nu mai poate scăpa de pe suprafața stelei. În acest stadiu spunem că în jurul stelei se formează un orizont închis, deoarece nici un semnal nu „scapă” pentru a comunica cu lumea exterioară. Spațiul din jurul stelei este atunci atât de curbat încât lumina prinsă ca într-o capcană nu mai poate scăpa în lumea din afară. Nu putem vedea o asemenea stea, căci lumina ei nu ajunge niciodată la noi și din acest motiv este numită *gaură neagră*. Existența găurilor negre a fost prezisă pe baza teoriei relativității încă din 1916 și recent a început să li se acorde o

atenție cu totul specială deoarece unele fenomene stelare de curând investigate par să indice existența unei stele masive rotindu-se în jurul unui partener invizibil care ar putea fi o gaură neagră.

Găurile negre sunt printre cele mai misterioase și mai fascinante obiecte studiate de astrofizica modernă și ilustrează în mod spectaculos efectele teoriei relativității. Curbura accentuată a spațiu-timpului în jurul lor nu numai că împiedică lumina să ajungă la noi, dar are un efect la fel de important asupra timpului. Dacă un ceas care și-ar trimite semnalele spre noi ar fi atașat pe suprafața stelei ce colapsează, am observa cum aceste semnale încetinesc pe măsură ce steaua se apropie de orizontul închis, iar odată ce steaua ar deveni o gaură neagră nici un semnal de la ceas n-ar mai ajunge la noi. Pentru un observator din exterior scurgerea timpului la nivelul suprafeței stelei încetinește pe măsură ce steaua colapsează și se oprește de îndată ce aceasta atinge orizontul închis. Astfel, colapsul unei stele durează un timp infinit. Steaua însăși nu „trăiește” nici o experiență neobișnuită atunci când colapsează dincolo de orizontul închis. Timpul ei continuă să treacă normal și colapsul continuă un interval finit până când steaua s-a concentrat într-un punct de densitate infinită. Așadar, cât durează de fapt colapsul unei stele, un timp finit sau infinit? În cadrul teoriei relativității o asemenea întrebare nu are sens. Timpul de viață al unei stele care colapsează, ca orice interval de timp, are caracter relativ și depinde de sistemul de referință al observatorului.

În cadrul teoriei generale a relativității, conceptele clasice de spațiu și timp ca entități absolute și independente sunt complet abolite. Nu numai că toate măsurătorile care implică spațiul și timpul au caracter relativ, depinzând de starea de mișcare a observatorului, dar întreaga structură a spațiu-timpului este intrinsec corelată cu distribuția materiei. Spațiul este curbat în mod diferit, iar timpul se scurge cu viteze diferite în diferite puncte din Univers. Am ajuns astfel

să înțelegem că noțiunile noastre de spațiu tridimensional euclidian și de curgere liniară a timpului sunt limitate la experiența comună și trebuie abandonate atunci când acest tip de experiență este depășit.

Înțelepții Orientului vorbesc și ei despre o extindere a experienței lor în stadii mai înalte ale conștiinței și afirmă că aceste stadii implică o experimentare radical diferită a spațiului și timpului. Ei nu pun accent doar pe depășirea spațiului obișnuit, tridimensional, în starea de meditație, ci și – într-o măsură încă mai mare – pe depășirea conștiinței obișnuite a trecerii timpului. În locul succesiunii liniare a evenimentelor, ei trăiesc – după expresia lor – un prezent infinit, neprecizat și totuși dinamic. În următoarele pasaje, trei mistici orientali vorbesc despre experiența aceluși „etern acum”: înțeleptul taoist Chuang Tzu; Hui-neng, al șaselea patriarh Zen; și D. T. Suzuki, maestru budist contemporan.

*Să uităm de trecerea timpului; să uităm disputa de idei. Să ne raportăm la infinit și să ne plasăm în această perspectivă.*⁹

Chuang Tzu

*Prezentul este liniștea absolută. Deși este acum, nu are sfârșit și în aceasta stă fericirea eternă.*¹⁰

Hui-neng

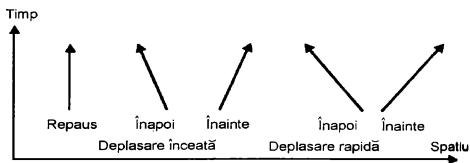
*În lumea spirituală timpul nu este divizat în trecut, prezent și viitor; căci ele se concentrează într-un unic moment al prezentului în care viața dobândește adevăratul său sens...Trecut și viitor sunt absorbite în această clipă de iluminare care nu încremenește pe loc, ci își continuă fără încetare mersul.*¹¹

D. T. Suzuki

Este aproape imposibil să vorbim despre experiența prezentului atemporal, căci termeni ca „atemporal”, „prezent”, „trecut”, „clipă” etc. se raportează la conceptul con-

vențional de timp. Este, de aceea, extrem de dificil să înțelegem ce vor să spună filosofii mistici în pasaje ca cele citate; dar aici, încă o dată, fizica modernă poate facilita înțelegerea, așa cum poate ilustra grafic felul în care teoriile sale transcend noțiunea comună de timp.

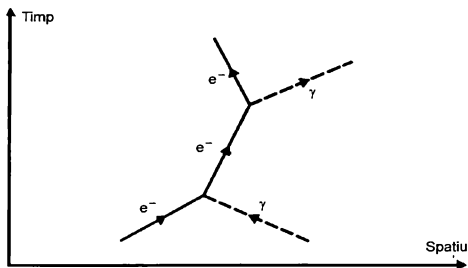
În fizica relativistă istoria unui obiect, de exemplu a unei particule, poate fi reprezentată printr-o așa-numită „diagramă spațio-temporală”. În aceste diagrame, direcția orizontală reprezintă spațiul*, iar cea verticală, timpul. Traectoria particulei prin spațiu-timp se numește „linie de univers”. Chiar dacă particula se află în repaus, ea se deplasează totuși în timp și în acest caz linia sa de univers este o linie verticală. Dacă se deplasează în spațiu, liniile sale de univers vor fi înclinate; cu cât înclinarea liniei de univers este mai mare, cu atât particula se deplasează mai repede. De observat că particulele se pot deplasa în timp într-un singur sens, și anume în sus, dar în spațiu deplasarea este posibilă în ambele sensuri. Liniile lor de univers pot fi înclinate către orizontală oricât de mult, dar nu se vor confunda niciodată cu aceasta, căci ar însemna că particula se deplasează instantaneu dintr-un loc în altul.



Liniile de univers ale particulelor.

* În aceste diagrame spațiul este reprezentat ca o singură dimensiune; celelalte două au fost suprimate pentru ca diagrama să poată fi reprezentată în plan.

Diagramele spațiu-timp sunt utilizate în fizica relativistă în reprezentarea interacțiilor între diferite particule. Pentru fiecare proces se poate desena o diagramă căreia i se asociază o anumită expresie matematică ce desemnează probabilitatea de apariție a respectivului proces. Ciocnirea, sau „împrăștierea”, dintre un electron și un foton poate fi reprezentată printr-o diagramă de felul celei următoare. Diagrama se interpretează astfel (începând de jos în sus, conform sensului pozitiv al axei temporale): un electron (notat e^- datorită sarcinii sale negative) ciocnește un foton (notat γ); fotonul este absorbit de electron care își continuă traiectoria cu o viteză diferită (se modifică înclinarea liniei de univers); după un timp, electronul emite fotonul și își schimbă direcția de deplasare.

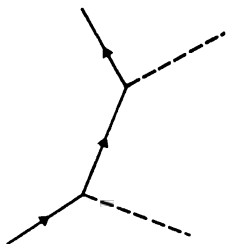


Împrăștierea electron-foton.

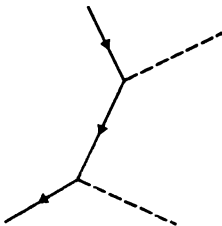
Teoria care constituie cadrul cel mai adecvat operării cu aceste diagrame spațiu-timp și cu expresiile matematice asociate, este numită „teoria cuantică a câmpului”. Este una din principalele teorii relativiste din fizica modernă ale cărei concepte de bază vor fi discutate mai departe. Pentru discuția despre diagramele spațiu-temporale va fi suficient

să cunoaștem două aspecte importante ale teoriei. Primul se referă la aceea că orice interacție este însoțită de crearea și distrugerea unor particule, ca în cazul absorbției și emisiei fotonului în diagrama prezentată; iar celălalt aspect se referă la simetria particulă-antiparticulă. Pentru fiecare particulă există o antiparticulă de masă egală și sarcină electrică opusă. De exemplu, antiparticula electronului este numită pozitron și, de obicei, este notată e^+ . Fotonul, particulă fără sarcină electrică, este propria sa antiparticulă. Fotonii generează perechi electron-pozitron, acestea la rândul lor se transformă în fotoni prin procesul invers de anihilare.

Diagramele spațio-temporale se simplifică mult prin adoptarea următorului artificiu. Săgeata unei linii de univers nu mai indică direcția de mișcare a particulei (care nici nu mai trebuie specificată, de vreme ce toate particulele se deplasează în timp într-un singur sens, adică în sus pe diagramă). În loc de aceasta, săgeata este utilizată pentru a exprima distincția între particulă și antiparticulă: dacă este îndreptată în sus indică o particulă (de exemplu un electron), iar dacă este îndreptată în jos indică o antiparticulă (de exemplu, un pozitron). Fotonul, fiind în același timp și propria sa antiparticulă, este reprezentat de o linie de univers fără săgeată.

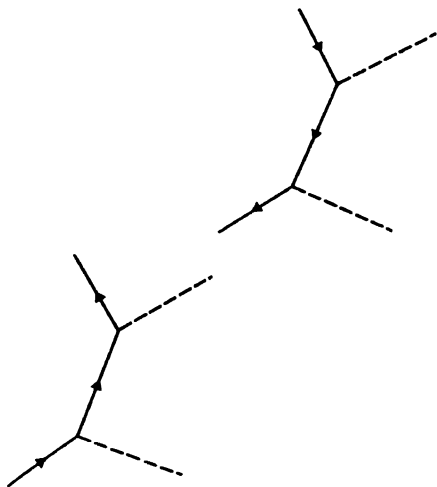


Împrăștierea electron-foton.



Împrăștierea pozitron-foton.

Cu aceste modificări se pot omite toate notațiile într-o diagramă, fără a cauza vreo confuzie: liniile cu săgeți reprezintă electroni, cele fără săgeți reprezintă fotoni. Pentru o mai mare simplificare a diagramei se pot omite axa spațială și cea temporală, ținând seama că direcția timpului este de jos în sus, iar a spațiului de la stânga la dreapta. Diagrama spațio-temporală rezultată pentru împrăștierea electron-foton va arăta ca în figura din stânga. Diagrama care ilustrează procesul de ciocnire dintre un pozitron și un foton este similară, dar are săgețile orientate în jos (vezi figura din dreapta).



Până aici, nimic neobișnuit în discuția noastră despre diagramele spațiu-timp. Le-am citit pornind de jos în sus, conform cu concepția noastră convențională despre trecerea timpului. Aspectul neobișnuit este legat de diagramele care conțin liniile de univers ale pozitronilor, ca acelea ilustrând împrăștierea pozitron–foton.

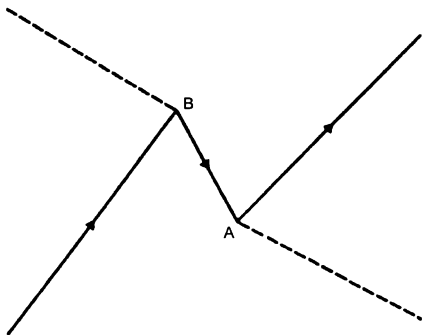
Formalismul matematic al teoriei câmpului permite o dublă interpretare a acestor linii; poate fi vorba sau de pozitroni deplasându-se înainte în timp, sau de electroni *deplasându-se înapoi în timp!* Din punct de vedere matematic, cele două interpretări sunt identice; aceeași expresie matematică descrie o antiparticulă care se deplasează din trecut spre viitor și una care se deplasează din viitor spre trecut. Așadar, cele două diagrame ale noastre descriu unul și același proces care are loc în sensuri diferite pe axa timpului. Ambele pot fi interpretate ca împrăștiere electron–foton, dar într-un caz particulele se deplasează înainte în timp, iar în celălalt, înapoi în timp* Teoria relativistă a interacției dintre particule demonstrează că există o simetrie totală în raport cu direcția axei timpului.

Spre a înțelege în ce mod această caracteristică surprinzătoare a lumii subatomice afectează concepția noastră despre spațiu și timp, să considerăm procesul ilustrat de diagrama următoare.

Citind diagrama în mod convențional, pornind de jos în sus, o vom interpreta după cum urmează: un electron (reprezentat printr-o linie continuă) și un foton (reprezentat printr-o linie punctată) se deplasează unul spre celălalt; fotonul creează o pereche electron–pozitron în punctul A, din care electronul pleacă spre dreapta, iar pozitronul spre stânga; apoi pozitronul se ciocnește cu electronul inițial în

*Liniile punctate reprezintă întotdeauna fotoni, indiferent dacă se deplasează înainte sau înapoi în timp, deoarece antiparticula fotonului este tot un foton.

punctul B și se produce anihilarea electron–pozitron însoțită de crearea unui foton care se va deplasa spre stânga. Sau – interpretarea alternativă – interacția a doi fotoni cu un singur electron care se deplasează mai întâi înainte în timp și apoi în urmă, pentru ca în final să se deplaseze din nou înainte în timp. În acest caz se urmăresc săgețile pe linia de univers de-a lungul întregii traiectorii; electronul ajunge în punctul B unde emite un foton și își schimbă direcția pentru a se deplasa înapoi în timp în punctul A; acolo absoarbe fotonul inițial, își schimbă din nou direcția în timp, deplasându-se din trecut spre viitor. Într-un fel, cea de-a doua interpretare este mai simplă decât prima, deoarece nu facem decât să urmărim linia de univers a particulei. Pe de altă parte, urmând această cale ne lovim de serioase dificultăți de limbaj. Electronul călătorește „mai întâi” spre B, „apoi” spre A; și totuși absorbția fotonului în A se produce înaintea emisiei celuiilalt foton în B.



Proces de împrăștiere în care sunt implicați fotoni, electroni și pozitroni.

Cea mai bună cale pentru a evita aceste dificultăți este de a privi diagramele spațio-temporale, de felul celei prezentate, nu ca pe niște înregistrări cronologice ale traiectoriilor particulelor prin timp ci mai curând ca pe niște structuri cvadridimensionale în spațiu-timp, reprezentând o rețea de evenimente intercorelate și căreia nu i se atașează nici o direcție în timp. De vreme ce orice particulă se poate deplasa înainte și înapoi în timp tot așa cum se poate deplasa spre stânga și spre dreapta în spațiu, nu are nici un rost să alegem un sens de curgere a timpului în aceste diagrame. Ele nu sunt decât simple hărți cvadridimensionale trasate în spațiu-timp în așa fel încât nu putem vorbi despre o desfășurare secvențială a evenimentelor. Așa cum s-a exprimat Louis De Broglie:

Tot ceea ce pentru noi constituie trecut, prezent sau viitor, în spațiu-timp reprezintă un întreg nediferențiat...Pe măsură ce timpul său se scurge, fiecare observator descoperă noi „felii” de spațiu-timp care-i apar ca aspecte succesive ale lumii materiale, când, de fapt, ansamblul de evenimente ce constituie spațiu-timpul exista anterior observației.¹²

Aceasta este, deci, semnificația completă a spațiu-timpului în fizica relativistă. Spațiul și timpul sunt absolut echivalente; ele sunt unificate într-un continuum cvadridimensional în cadrul căruia interacțiile particulelor se pot produce în orice direcție. Dacă vrem să ilustrăm aceste interacții trebuie să le reprezentăm ca un „instantaneu fotografic cvadridimensional” care acoperă întregul interval de timp, ca și întreaga zonă spațială. Pentru a simți corect realitatea relativistă a particulelor, trebuie, așa cum ne cere Chuang Tzu, să „uităm curgerea timpului” și tocmai de aceea diagramele spațio-temporale ale câmpului pot reprezenta o foarte utilă analogie cu experiența spațiu-timpului trăită de misticii orientali. Remarcile lui Lama Govinda des-

pre meditația budistă subliniază relevanța unei asemenea analogii:

Când vorbim despre experiența spațiului în meditație ne referim la o dimensiune complet diferită... În cadrul acestei experiențe curgerea secvențială a timpului este convertită într-o co-existență simultană, existența față în față... care, încă o dată, nu este statică, ci devine un continuum viu în care spațiul și timpul sunt integrate.¹³

Deși fizicienii fac apel la formalismul matematic și la diagrame pentru a descrie interacțiile „en bloc” în spațiu-timpul cvadridimensional, afirmă că în lumea noastră observatorii realizează experiența fenomenelor numai într-o succesiune spațio-temporală, adică doar ca o secvență temporală. Misticii, pe de altă parte, susțin că pot trăi experiența întregului spațio-temporal în care timpul nu mai curge. Astfel, maestrul Zen Dogen spunea:

Mulți cred că timpul trece; de fapt timpul este imobil. Ideea de trecere poate fi denumită timp, dar este o idee greșită, căci de vreme ce este percepută doar ca trecere nu se mai poate înțelege cum de stă pe loc.¹⁴

Numeroși maeștri din Orient subliniază faptul că rațiunea are nevoie de timp, dar iluminarea îl poate transcende. „Viziunea”, spune Govinda, „este legată de un spațiu cu mai multe dimensiuni și, de aceea, atemporală”.¹⁵ Spațiu-timpul relativist este un spațiu similar, atemporal. Toate evenimentele în acest spațiu sunt corelate, dar corelațiile nu sunt cauzale. Interacțiile dintre particule pot fi interpretate în termenii relației cauză-efect numai atunci când diagramele spațio-temporale sunt citite într-un sens bine definit, de exemplu de jos în sus. Atunci când sunt considerate simple scheme cvadridimensionale fără a li se atașa vreun sens

bine definit pe axa timpului, atunci nu există „înainte” și „după” și deci nu există relație cauzală.

În mod similar, filosofii mistici din Orient arată că odată cu depășirea conceptului de timp ei transcend și relația cauză-efect. La fel ca și noțiunile comune de spațiu și timp, legea cauzalității este limitată la o anumită experiență a realității și trebuie abandonată odată cu extinderea acestei experiențe. Despre aceasta, Swami Vivekananda spune:

*Timpul, spațiul și legea cauzalității sunt sticla prin care este privit Absolutul... În Absolut nu există nici spațiu, nici timp, nici cauzalitate.*¹⁶

Tradiția spirituală orientală indică adepților săi numeroase căi pentru a merge dincolo de experiența comună a timpului și pentru a se elibera de lanțul de cauze și efecte – de legăturile *karmei*, cum o numesc hinduiștii și budiștii. S-a spus, de aceea, că mistica orientală ar fi eliberarea de timp. Într-un fel, același lucru s-ar putea spune și despre fizica relativistă.

13 universul dinamic

Idealul suprem al filosofiei mistice orientale constă în trăirea experienței tuturor fenomenelor ca manifestări ale aceleiași realități ultime. Această realitate este privită ca principiu unic al Universului, din care decurg toate evenimentele și fenomenele și care le unifică pe toate. Hinduștii îl numesc *Brahman*, budiștii *Dharmakaya* (Ființarea), sau *Tathata* (Ceea ce este), iar taoiștii, *Tao*; toți sunt de acord că el transcende conceptualizarea și sfidează orice încercare de a-l defini. Totuși, acest principiu unic nu poate fi separat de multiplele sale manifestări. Lui îi este proprie manifestarea sub nenumărate forme care se nasc și pier, transformându-se unele în altele într-un ciclu nesfârșit. Sub aspect fenomenologic, Unitatea cosmică este intrinsec dinamică; conștiința acestei dinamici constituie elementul comun tuturor școlilor mistice din Orient. Despre școala Keron, ramură a budismului Mahayana, D. T. Suzuki scria:

Ideea centrală în Keron este de a aborda în mod dinamic Universul, a cărui caracteristică este permanenta mișcare, adică viața.¹

Accentuarea caracterului dinamic, a mișcării, curgerii și a transformării permanente nu caracterizează numai tradiția mistică orientală, ci reprezintă o coordonată comună tuturor concepțiilor mistice indiferent de regiune și perioadă. În Grecia antică, Heraclit afirma că „totul curge” și compara lumea cu un foc veșnic, în timp ce în Mexic misticul *Yaqui*

Don Juan vorbea despre o „lume fluidă” și arăta că „înțeleptul trebuie să fie flexibil și receptiv”.²

Principalii termeni filosofici din hinduism și budism au conotații dinamice. Cuvântul *Brahman* derivă din rădăcina sanscrită *brih* – a crește –, și astfel sugerează o realitate dinamică, vie. S. Radhakrishnan arată că „Termenul *Brahman* semnifică creștere și sugerează viață, mișcare și progres.”³ *Upanishadele* se referă la *Brahman* numindu-l „nemuritorul, mișcătorul, neîntruchipatul”⁴, asociindu-l cu mișcarea, deși el transcende orice formă.

În *Rig Veda* un alt termen exprimă natura dinamică a Universului, și anume *Rita*. El deriva din *ri* – a se mișca; sensul său original din *Rig Veda* este acela de „curs al evenimentelor”, „ordine a lumii”. Joacă un rol important în legende *Vedelor* și este menționat în legătură cu toate divinitățile Vedice. Vizionarii Vedici concep ordinea lumii nu ca pe o lege divină statică, ci ca pe un principiu dinamic inerent. Această idee nu diferă de ideea chineză, de *Tao* – „Calea” – ca ordine interioară a Universului. Ca și vizionarii Vedici, înțelepții chinezi concep lumea în termenii curgerii și ai schimbării, conferind astfel ideii de ordine cosmică conotații esențialmente dinamice. Ambele concepte, *Rita* și *Tao* și-au pierdut mai târziu sensul original, cosmic, primind în schimb valențe morale; *Rita* a ajuns să semnifice legea universală ce trebuie respectată deopotrivă de zei și de oameni, iar *Tao* calea de urmat în viață.

Conceptul Vedic *Rita* anticipează ideea de *karma*, enunțată mai târziu pentru a exprima corelarea dinamică a lucrurilor și evenimentelor. Cuvântul *karma* înseamnă „acțiune” și denotă intercorelarea „activă”, sau dinamică, a tuturor fenomenelor. În *Bhagavad Gita* se spune: „Toate acțiunile se desfășoară în timp prin împletirea forțelor naturii.”⁵ Budha a preluat conceptul tradițional de *karma* și i-a dat valențe noi extinzând ideea de intercorelare dinamică la sfera relațiilor umane. *Karma* a ajuns astfel să semnifice pentru viața omului lanțul nesfârșit de cauze și efecte pe care Budha l-a sfârșit atingând starea de iluminare.

Hinduismul a găsit în limbajul mitic numeroase forme de exprimare a caracterului dinamic al Universului. Astfel, în

Gita, Krishna spune: „Aceste lumi ar pieri dacă eu nu mi-aș îndeplini fapta”⁶, iar Shiva, Dansatorul cosmic, este, poate, personificarea perfectă a dinamicii universale. Prin dansul său Shiva susține diversitatea fenomenologică a lumii, unifică fenomenele înglobându-le pe toate în ritmul său și antrenându-le astfel în dansul cosmic – imagine magnifică a unității dinamice a Universului.

Hinduismul conturează imaginea unui cosmos organic, în perpetuă creștere și în mișcare ritmică, a unui Univers în care totul este fluid, în permanentă schimbare și în care toate formele statice sunt *maya*, adică nimic altceva decât concepte iluzorii. Această din urmă idee – perisabilitatea tuturor formelor – constituie punctul de plecare al filosofiei budiste. Budha arată că „toate lucrurile compuse sunt perisabile” și că suferința noastră se datorează încercării de a ne agăța de formele fixe – obiecte, oameni sau idei – în loc să acceptăm lumea așa cum este, în mișcare și transformare. Astfel, budismul își are rădăcinile într-o viziune dinamică. Iată ce spune S. Radhakrishnan:

*Acum 2500 de ani Budha a formulat o minunată filosofie a dinamicului... Impresionat de caracterul tranzitoriu al lucrurilor, de continua lor transformare, Budha a formulat filosofia schimbării. El a redus substanța, sufletul, monadele, lucrurile la forțe, mișcări, secvențe și procese, adoptând o concepție dinamică asupra realității.*⁷

Budiștii denumesc această lume a nesfârșitelor schimbări *samsara*, ceea ce literal se traduce prin „mișcare fără sfârșit”; ei afirmă că nimic din lumea aceasta nu merită atașament. Așa încât, pentru budiști, iluminatul este acela care nu se împotrivește cursului vieții, ci i se supune. Întrebat „Ce este Tao?”, călugărul *Ch'an* Yun-men a răspuns simplu „Mergi!”. Tot astfel, budiștii îl mai numesc pe Budha și *Tathagata*, „cel care în același timp vine și pleacă”. În filosofia chineză, realitatea dinamică și permanent schimbătoare este numită *Tao* și este privită ca un proces cosmic care implică totul. Ca și budiștii, taoiștii susțin că nimeni nu

trebuie să încerce să reziste cursului lumii, ci să își adapteze acțiunile acestui curs. Aceasta este atitudinea înțeleptului, a iluminatului. Dacă Budha este „cel care în același timp vine și pleacă”, înțeleptul taoist este „cel care se lasă dus, după cum spune Huai Nan Tse, de curentul lui *Tao*”.

靈寶始青變化之圖

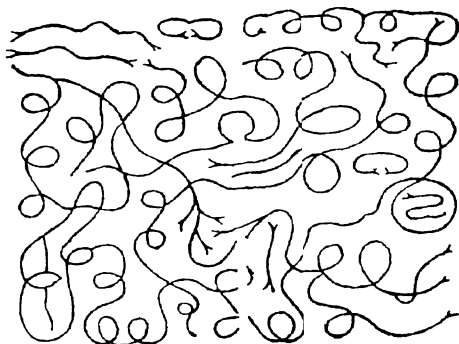
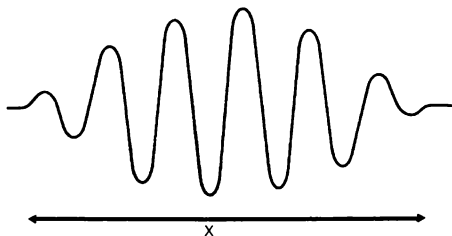


Diagrama taoistă a Schimbării reprezentând curgerea și transformarea inerente lumii fizice sec. al XI-lea (reprodusă după „Canonul Taoist” – Tao Tsang).

Cel care studiază textele religioase și filosofice ale hinduismului, budismului și taoismului, își dă seama că, pe măsură ce aprofundează studiul, imaginea unei lumi concepută în termenii mișcării, curgerii și transformării devine din ce în ce mai pregnantă. Dinamicul pare să fie unul din cele mai importante aspecte de filosofiei orientale. Adepții săi văd Universul ca pe o rețea ale cărei conexiuni

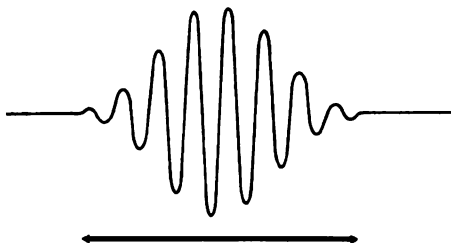
sunt dinamice, nu statice. Rețeaua cosmică este vie; ea se află în mișcare, dezvoltare și în continuă schimbare. La rândul ei, fizica modernă a ajuns să conceapă Universul ca pe o rețea și, ca și mistica orientală, îi recunoaște caracterul fundamental dinamic. Aspectul dinamic al materiei apare în teoria cuantică drept consecință a naturii ondulatorii a particulelor subatomice, iar în teoria relativității, cum vom vedea, este încă și mai pregnant, căci unificarea spațiului și a timpului implică imposibilitatea separării materiei de propria sa activitate. Proprietățile particulelor subatomice nu pot fi înțelese decât într-un context dinamic, în termeni de mișcare, interacție și transformare.

Conform teoriei cuantice, particulele sunt în același timp și unde, iar aceasta înseamnă că se comportă într-un mod foarte straniu. Ori de câte ori o particulă subatomică este constrânsă să rămână într-o zonă îngustă din spațiu, ea reacționează la această constrângere printr-o mișcare de rotație în interiorul regiunii respective. Cu cât va fi mai restrâns spațiul de confinare, cu atât particula se va roti mai rapid. Această comportare reprezintă un „efect cuantic” tipic, o caracteristică a lumii subatomice fără echivalent la nivel macroscopic. Pentru a înțelege cum se întâmplă acest lucru, să ne amintim că în teoria cuantică particulele sunt reprezentate prin pachete de undă.



Un pachet de undă.

După cum am arătat mai înainte, lungimea de undă a pachetului reprezintă incertitudinea de localizare a particulei. Figura următoare corespunde unei particule localizate undeva în interiorul regiunii X; dar nu putem stabili cu precizie unde anume. Dacă dorim să localizăm particula mai precis, adică dacă vrem să o constrângem să rămână într-o regiune mai îngustă trebuie să îi îngustăm pachetul de undă (vezi diagrama următoare). Însă aceasta va afecta lungimea de undă a pachetului de unde și, în consecință, viteza particulei. Ca rezultat, particula se va roti în interiorul zonei de constrângere; cu cât este mai mult confinată, cu atât mai rapidă va fi rotația.



Confinarea pachetului de undă într-o regiune mai îngustă.

Tendința particulelor de a reacționa la confinare prin mișcare dovedește mobilitatea materiei caracteristică domeniului subatomic. La acest nivel, cele mai multe dintre particule sunt incluse în structuri moleculare, atomice și nucleare, deci nu se află în repaus, ci dovedesc o omniprezentă tendință de a se deplasa – au caracter intrinsec dinamic. Conform teoriei cuantice, materia nu este niciodată în stare de repaus, ci întotdeauna în stare de mișcare. Din punct de vedere macroscopic, obiectele materiale din jurul nostru ne

pot apărea ca pasive, inerte, dar mărim o asemenea bucată „moartă” de piatră sau metal, ne dăm seama că este plină de mișcare și activitate. Cu cât o observăm mai îndeaproape, cu atât ne apare mai vie. Toate corpurile din mediul nostru înconjurător se compun din atomi cuplați într-o mare varietate de moduri pentru a genera o multitudine de structuri moleculare care nu sunt rigide, nemișcate, ci oscilează în funcție de propria lor temperatură și în conformitate cu vibrațiile termice ale mediului înconjurător. Electronii atomilor aflați în vibrație sunt legați de nucleu prin forțe de natură electrică ce au rolul de a menține structurile respective cât mai compacte posibil și ei răspund constrângerii rotindu-se cu viteză extrem de mare. În fine, în nucleee, protonii și neutronii sunt confinați într-un volum infim de forțele nucleare extrem de intense și, în consecință, se rotesc în interior cu viteze inimaginabile.

Așadar, fizica modernă nu concepe deloc materia ca fiind pasivă, inertă, ci într-o continuă mișcare de vibrație, ritmurile ei fiind determinate de structurile moleculare, atomice și nucleare. Este în același timp și felul în care concep misticii orientali lumea materială. Toți sunt de acord că Universul trebuie conceput dinamic, deoarece se află în mișcare și oscilație; că natura nu se află într-un echilibru static, ci dinamic. Iată ce se spune într-un text taoist:

*Liniștea în liniște nu este adevărata liniște.
Numai atunci când este calm în mișcare se
naște ritmul spiritual care pătrunde Cerul și
Pământul.⁸*

În fizică, natura dinamică a Universului nu se vedește numai în domeniul microscopic – la nivelul atomilor și nucleelor – ci și în domeniul macroscopic – la nivelul stelelor și galaxiilor. Telescoapele actuale foarte puternice ne oferă imaginea unui Univers în mișcare neîncetată. Nori de molecule de hidrogen aflate în rotație se contractă pentru a forma stele, încălzindu-se până ce devin flăcări pe cer. Chiar când ating acest stadiu ei continuă să se rotească, unii expulzând materie stelară care va descrie o mișcare în spirală și se va condensa spre a forma planetele ce se vor

roti pe orbite în jurul stelei generatoare. În cele din urmă, după milioane de ani, când aproape tot combustibilul va fi fost consumat, steaua va exploda și apoi se va contracta în cadrul procesului final de colaps gravitațional. Colapsul poate implica explozii gigantice și poate conduce la transformarea stelei într-o gaură neagră. Toate aceste activități – formarea stelelor din nori de gaz interstelar, contracția urmată de expansiune și colapsul final – pot fi observate undeva în spațiul cosmic.

Stelele aflate în rotație, contracție, expansiune sau explozie sunt dispuse în galaxii de forme variate – discoi-dale, sferice, spirale – care, la rândul lor, nu se află în repaus, ci în rotație. Galaxia noastră, Calea Lactee, are forma unui imens disc alcătuit din stele și gaz și care se rotește în spațiu ca o roată enormă, astfel încât toate stelele – inclusiv Soarele și planetele sale – se rotesc în jurul centrului galaxiei. Universul este în întregime compus din galaxii presărate în tot spațiul, toate aflate în mișcare de rotație ca și galaxia noastră.

Studierea Universului ca întreg, cu milioanele sale de galaxii, înseamnă atingerea celei mai înalte trepte pe scala spațiului și a timpului; și din nou constatăm că Universul nu este static, că el se află în expansiune! Aceasta reprezintă una din cele mai importante descoperiri din astronomia modernă. Analiza detaliată a luminii provenite de la galaxii îndepărtate a dovedit că întregul furnicar de galaxii se află în expansiune și că această expansiune este minunat orches-trată; viteza de îndepărtare a oricărei galaxii observate este proporțională cu distanța până la ea. Cu cât o galaxie se află mai departe de noi, cu atât mai repede se îndepărtează; odată cu dublarea distanței se dublează și viteza de îndepărtare. Aceasta observație este valabilă nu numai pentru distanțe măsurate de la galaxia noastră, ci pentru orice alt punct de referință. Indiferent în ce galaxie s-ar afla un observator, le-ar vedea pe celelalte depărtându-se de el; cele aflate în apropiere, cu viteze de mai multe mii de mile pe secundă, cele aflate mai departe, cu viteze mai mari, iar

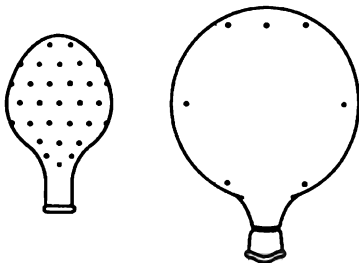
cele mai îndepărtate, cu viteze apropiate de viteza luminii. Lumina acelor galaxii nu va ajunge niciodată la noi, deoarece ele se îndepărtează de noi cu viteze care depășesc viteza luminii. Lumina lor este, după cum spunea Sir Arthur Eddington, „ca un atlet alergând pe o pistă extensibilă, grăbindu-se spre o linie de sosire care se îndepărtează de el cu o viteză mai mare decât propria lui viteză.”

Pentru a ne forma o idee mai corectă despre expansiunea Universului va trebui să ne amintim că teoria generală a relativității a lui Einstein constituie cadrul teoretic cel mai adecvat studiului domeniului celor mai mari dimensiuni. Conform acestei teorii, spațiul nu este „plan”, ci „curbat”, iar gradul de curbură este legat de distribuția de masă prin ecuațiile de câmp ale lui Einstein. Aceste ecuații pot furniza structura Universului ca întreg; ele reprezintă punctul de plecare al cosmologiei moderne.

Când vorbim despre expansiunea Universului în termenii teoriei generale a relativității ne referim la o expansiune într-un spațiu cu mai multe dimensiuni. Ca și în cazul spațiu-timpului curb, un asemenea concept poate fi imaginat numai printr-o analogie cu spațiul bidimensional. Să ne imaginăm un balon care are desenate pe suprafața sa o mulțime de puncte (vezi figura următoare). Balonul reprezintă Universul, suprafața sa bidimensională curbă reprezintă spațiul tridimensional curb, iar punctele – galaxiile din spațiu. Când balonul se umflă, distanța dintre punctele de pe suprafața sa crește. Indiferent în care punct s-ar situa un observator, pe măsură ce balonul se umflă, ar vedea cum celelalte puncte se îndepărtează de el. În același mod se petrece expansiunea Universului; în orice galaxie s-ar plasa observatorul, toate celelalte s-ar depărta de el.

Întrebarea inevitabilă este: cum a început totul? Pe baza relației dintre distanța până la o galaxie și viteza sa de deplasare – relație cunoscută sub numele de legea Hubble – se poate calcula punctul de început al expansiunii, cu alte cuvinte vârsta Universului. Presupunând că viteza de expansiune nu variază, fapt deloc cert, se ajunge la o vârstă

de ordinul a 10 000 milioane de ani. Aceasta ar fi, deci, vârsta Universului.



Cei mai mulți cosmologi cred că Universul a apărut acum 10 000 de milioane de ani în urma unui eveniment dramatic, când întreaga sa masă a fost expulzată prin explozia unei mingi de foc primordiale. Actuala expansiune a Universului este considerată a fi impulsul remanent al exploziei inițiale. Conform modelului „big-bang“, momentul exploziei a marcat începutul Universului și începutul spațiului și timpului. Dar dacă vrem să știm ce s-a petrecut înaintea aceluia moment ne confruntăm – iarăși – cu dificultăți conceptuale și lingvistice serioase. Așa cum spune Sir Bernard Lovell,

Aici ne lovim de marea barieră conceptuală, căci începem lupta cu noțiunile de spațiu și timp din perioada în care ele nu existau așa cum le cunoaștem din experiența noastră zilnică. Este ca și când ne-am fi năpustit într-un imens bloc de ceață în care lumea ce ne este familiară ar fi dispărut cu totul.⁹

În ceea ce privește viitorul Universului în expansiune, ecuațiile Einstein nu au soluții unice. Ele admit soluții diferite

corespunzătoare diferitelor modele de Univers. Unele dintre acestea prevăd că expansiunea va continua la nesfârșit; altele susțin, dimpotrivă, că expansiunea încetinește și se va transforma în contracție. Aceste din urmă modele descriu un Univers pulsatoriu aflat timp de miliarde de ani în expansiune și apoi contractându-se până ce întreaga sa masă se va concentra într-o mică minge de materie, intrând apoi din nou în expansiune și tot așa, la infinit.

Ideea Universului pulsatoriu, care implică o scară de timp și spațiu de mari proporții, nu a apărut numai în cosmologie, ci și în mitologia indiană. Experiența Universului ca realitate organică, în mișcare ritmică, le-a permis hinduiștilor să conceapă cosmologii evoluționiste foarte apropiate de modelele științifice moderne. Unul din aceste modele cosmologice are la bază mitul hinduist *lila* – jocul divin – conform căruia *Brahman* se transformă și generează astfel lumea. *Lila* este jocul ritmic care continuă în cicluri nesfârșite și prin care Unicul devine multiplu, iar multiplul devine Unic. În *Bhagavad Gita*, Krishna descrie jocul ritmic al creației astfel:

Toate ființele, o, fiu al lui Kunti, se întorc în Natura mea, la sfârșit de kalpa; la început de kalpa le creez din nou.

Sprijinindu-mă pe propria mea Natură, creez mereu din nou această multime a ființelor, de nevoie, prin forța Naturii.

Și această faptă nu mă leagă, o, Dhananjaya; eu rămân ca un străin, nelegat de aceste fapte.

*Prin mine și prin grija mea, Natura făurește tot ce se mișcă și nu se mișcă; prin această cauză, o, fiu al lui Kunti, lumea este pusă în mișcare.*¹⁰

Înțelepții hinduiști nu s-au temut să identifice jocul ritmic divin cu însăși evoluția Cosmosului ca întreg. Ei au descris un Univers aflat în expansiuni și contracții periodice, iar inimaginabilului interval de timp dintre începutul și sfârșitul creației i-au dat numele *kalpa*. În perspectivă filosofică, acest mit este uluitor; i-au trebuit mentalului uman mai mult de două mii de ani pentru a reveni la un concept similar.

Să părăsim acum lumea imensității, a Universului în expansiune și să ne întoarcem la lumea infinitului mic. Fizicii secolului al XX-lea îi este caracteristică penetrarea tot mai profundă în zona submicroscopică, la nivelul atomilor, nucleelor și al constituenților acestora. Explorarea lumii microscopice a urmărit să dea un răspuns întrebării care a preocupat și stimulat gândirea de-a lungul timpului: din ce este compusă materia? Chiar din perioada de început a filosofiei naturale oamenii au făcut speculații referitoare la această problemă, încercând să găsească „substanța de bază” din care se compune materia; dar abia în secolul nostru a fost posibil să se abordeze această problemă pe calea investigației experimentale. Cu ajutorul unei tehnologii sofisticate fizicienii au putut explora mai întâi structura atomului și au aflat că acesta se compune din nucleu și electroni, și apoi structura nucleului atomic, aflând că acesta din urmă este alcătuit din protoni și neutroni numiți cu un termen generic, nucleoni. În ultimele decenii s-a mai făcut încă un pas și s-a început investigarea structurii nucleonilor – constituenții nucleului atomic – care, la rândul lor, nu par a fi particule strict elementare, ci dimpotrivă, par a fi compuse din alte entități.

Primul pas pe calea cercetării unor zone din ce în ce mai ascunse – explorarea nucleului atomic – a condus la modificări profunde ale concepției noastre despre materie, modificări prezentate în capitolele anterioare. Al doilea pas l-a reprezentat explorarea nucleului atomic și a componenților săi și a condus la o altă revizuire conceptuală, nu mai puțin importantă. La acest nivel sunt implicate dimensiuni de sute de mii de ori mai mici decât dimensiunile atomice și, în consecință, particulele confinate într-un asemenea grad se deplasează cu viteze considerabil superioare acelor confinate la dimensiuni atomice. De fapt, se deplasează atât de rapid încât nu pot fi descrise decât în formalismul teoriei relativității restrânse. Pentru a înțelege proprietățile și interacțiile particulelor subatomice este necesar să se apeleze la un formalism care reunește teoria cuantică și teoria relativității, iar teoria relativității ne forțează să ne modificăm încă o dată concepția.

Aspectul filosofic cel mai important al teoriei relativității constă, după cum am mai arătat, în aceea că ea unifică timpul și spațiul, concepte ce păreau complet independente unul de celălalt. Unul din cele mai importante exemple se referă la echivalența energie-masă, exprimată matematic prin faimoasa ecuație a lui Einstein $E = mc^2$. Pentru a înțelege semnificația profundă a acestei echivalențe este necesar să înțelegem semnificația energiei și pe aceea a masei.

Energia reprezintă una din cele mai importante noțiuni utilizate în descrierea fenomenelor naturii. De altfel și în viața cotidiană se spune despre un corp că posedă energie atunci când are capacitatea de a efectua lucru mecanic. Energia poate lua o gamă întreagă de forme. Poate fi energie de mișcare, căldură, energie gravitațională, electrică, chimică ș.a.m.d. Orice formă ar avea, ea poate fi utilizată pentru a efectua lucru mecanic. Unei pietre, de exemplu, i se poate transfera energie gravitațională ridicând-o la o anumită înălțime. În cădere de la acea înălțime, energia ei se va transforma în energie de mișcare („energie cinetică”), iar în momentul în care piatra atinge pământul poate efectua lucru mecanic spărgând ceva. Un exemplu mult mai util se referă la transformarea energiei electrice sau chimice în căldura utilizată în scopuri casnice. În fizică, energia este asociată întotdeauna unui proces sau unei activități, iar importanța sa fundamentală rezidă în faptul că energia totală implicată în orice proces se conservă. Își poate schimba forma în fel și chip, dar nu se pierde. Conservarea energiei este una din legile fundamentale ale fizicii. Ea guvernează toate fenomenele naturii și până acum nu se cunoaște nici unul care să o încalce.

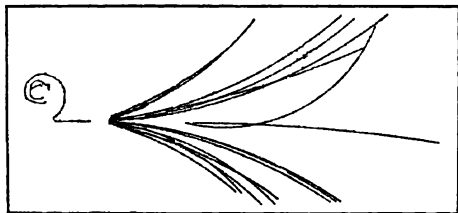
Pe de altă parte, masa unui corp este o măsură a greutateii sale, adică a atracției gravitaționale exercitate asupra corpului. Pe lângă aceasta, masa este și o măsură a inerției unui obiect, adică a rezistenței pe care acesta o opune accelerării. Corpurile grele sunt accelerate mai greu decât cele ușoare, fapt binecunoscut de oricine a încercat vreodată să împingă o mașină. În cadrul fizicii clasice masa

era asociată cu o substanță materială – acea esență din care se credea că sunt făcute toate corpurile. Se credea că și masa, ca și energia, se conservă riguros astfel încât în nici un proces n-ar exista pierdere de masa.

Acum însă, teoria relativității ne arată că masa nu este nimic altceva decât o formă de energie. Energia nu ia numai formele cunoscute în fizica clasică, ci poate fi și condensată sub forma masei unui obiect. Energia unei particule este egală cu masa particulei înmulțită cu c^2 , pătratul vitezei luminii; deci,

$$E = mc^2.$$

Odată ce reprezintă o formă de energie, masa nu mai este indestructibilă, ci se poate transforma în alte forme de energie. Aceasta se poate întâmpla când se ciocnesc două particule subatomice. În asemenea procese, particulele se pot distruge iar energia conținută în masa lor se poate transforma în energie cinetică și poate fi distribuită celorlalte particule ce participă la proces. Invers, când se ciocnesc particule cu viteze foarte mari, din energia lor cinetică se poate forma masa ce se va distribui unor particule nou create. Fotografia de mai jos ilustrează un exemplu de asemenea ciocnire: un proton intră în camera cu bule prin partea stângă; scoate un electron dintr-un atom (urma în formă de spirală) și apoi se ciocnește cu un alt proton pentru a crea noi particule.



Crearea și distrugerea particulelor materiale reprezintă cele mai spectaculoase consecințe ale echivalenței masă-energie. În procesele de ciocnire din fizica energiei înalte masa nu se mai conservă. Particulele care se ciocnesc se pot distruge, iar energia lor se poate transforma parțial în masele, respectiv în energiile cinetice ale noilor particule create. Numai energia totală, adică energia cinetică totală plus energia conținută în toate masele se conservă. Ciocnirile constituie principalul nostru instrument de investigare a proprietăților particulelor subatomice, iar relația dintre masă și energie este esențială pentru descrierea lor. A fost verificată de nenumărate ori și fizicienilor le-a devenit familiară; atât de familiară încât au ajuns să exprime masa particulelor în unități de energie.

Descoperirea faptului că masa nu este decât o formă de energie ne-a obligat să modificăm drastic conceptul de particulă. În fizica modernă masa nu mai este asociată cu o substanță materială și de aceea particulele nu mai sunt concepute ca fiind formate dintr-o substanță, ci ca niște conglomerate de energie. Și cum energia este asociată cu activitatea, se poate concluziona că particulele sunt de natură intrinsec dinamică. Pentru o mai bună înțelegere, să ne amintim că aceste particule nu pot fi concepute decât în termeni relativști, adică în termenii unei teorii conform căreia spațiul și timpul fuzionează într-un continuum cvadridimensional. Particulele nu trebuie descrise ca niște bile de biliard sau grăunțe de nisip, ci ca entități cvadridimensionale în spațiu-timp. Formele lor trebuie concepute dinamic, ca forme în spațiu și timp. Particulele subatomice sunt entități dinamice care prezintă aspect spațial și aspect temporal. Aspectul spațial le face să apară ca obiecte cu masă, aspectul temporal, ca procese ce implică energia echivalentă.

Aceste entități dinamice, sau „conglomerate de energie”, formează structuri nucleare, atomice și moleculare stabile, din care se constituie materia, și îi dau aspectul macroscopic solid, făcându-ne să credem că ar fi vorba despre vreo substanță materială. La nivel macroscopic noțiunea de substanță este o aproximație utilă, dar la nivel

atomic nu mai are sens. Atomii sunt compuși din particule, dar aceste particule nu sunt constituite din vreo substanță. Observându-le, constatăm că nu este vorba de substanță; există numai entități dinamice care se transformă unele în altele fără încetare – un dans continuu al energiei.

Teoria cuantică a arătat că particulele nu sunt grăunțe izolate de materie, ci structuri de probabilitate, interconexiuni într-o rețea cosmică indivizibilă. Teoria relativității a făcut aceste structuri să trăiască – ca să ne exprimăm plastic – relevând caracterul lor intrinsec dinamic. A dovedit că activitatea reprezintă principiul fundamental al existenței. Particulele subatomice nu sunt active doar în sensul că se deplasează cu viteze foarte mari; ele însele sunt procese! Existența materiei nu poate fi separată de activitate. Acestea două nu sunt decât aspecte diferite ale aceleiași realități spațio-temporale.

S-a arătat în capitolele anterioare cum conștiința „întrepătrunderii” spațiului și timpului i-a determinat pe filosofil mistici din Orient să adopte o concepție dinamică despre lume. Studiul scrierilor lor relevă nu numai faptul că ei concep lumea în termenii mișcării, curgerii și transformării, ci și faptul că au o puternică intuiție a caracterului „spațio-temporal” al materiei, atât de caracteristic fizicii relativiste. Fizicienii iau în considerare unitatea spațiu-timp atunci când studiază domeniul subatomic și, în consecință, ei văd această lume – a particulelor – nu static, ci dinamic, în termeni de energie, activitate și proces. Misticii orientali, în stările lor speciale ale conștiinței, par a percepe la nivel macroscopic interpenetrarea spațiu-timp și privesc macroscopicul într-un mod similar aceluia în care fizicienii privesc microscopicul. Acest aspect este evident în special în budism. Una din învățăturile lui Budha spune că „toate lucrurile compuse sunt trecătoare”. În versiunea originală Pali, termenul folosit pentru „lucruri” este *sankhara* (în sanscrită: *samskara*), cuvânt care semnifică mai înainte de toate „eveniment”, „întâmplare” – ca și „faptă”, „act” – și numai în secundar și „lucru”. Aceasta demonstrează clar că budiștii concep dinamic lucrurile, că le văd ca pe niște

procese de transformare continuă. În cuvintele lui D. T. Suzuki,

*Budiștii nu concep obiectele și evenimentele ca pe lucruri sau substanțe... în viziunea lor acestea sunt samskara (sau sankhara), adică „fapte” sau „evenimente” – ceea ce arată că budiștii înțeleg experiența noastră în termeni de mișcare și temporalitate.*¹²

Ca și fizicienii moderni, budiștii văd toate obiectele ca pe niște procese într-un flux universal și neagă existența oricărei substanțe materiale. Această negare reprezintă unul din aspectele caracteristice tuturor școlilor budiste. Este specific, de asemenea, gândirii chineze, care a dezvoltat o viziune asemănătoare a lucrurilor ca etape tranzitorii în neîntrerupta curgere a lui *Tao* și a fost preocupată mai mult de intercorelările dintre ele decât de reducerea la un substrat fundamental. „În timp ce filosofia europeană se străduia să găsească realitatea în substanță”, scria Joseph Needham, „filosofia chineză năzuia s-o afle în relaționare”.¹³

Așadar, în cadrul concepțiilor dinamice ale mysticilor orientali și ale fizicienilor contemporani nu este loc pentru forme statice și nici pentru substanță. Elementele de bază ale Universului sunt structurile dinamice – stadii trecătoare în „curgerea continuă a transformării și schimbării”, după cum o numește Chuang Tse.

În conformitate cu ceea ce cunoaștem azi despre materie, componentele sale fundamentale sunt particulele subatomice, iar scopul principal al cercetării în fizică îl constituie cunoașterea proprietăților și interacțiilor acestora. Astăzi cunoaștem peste două sute de particule, cele mai multe dintre ele create artificial în cadrul proceselor de ciocnire și având un timp de viață extrem de scurt – mult mai puțin de o milionime de secundă! Neîndoielnic că particulele cu viață atât de scurtă reprezintă stadii tranzitorii ale proceselor dinamice. Principalele întrebări care se pun în legătură cu aceste structuri sau particule sunt următoarele. Prin ce caracteristici se disting? Sunt, la rândul lor, compuse și dacă da, din ce anume, sau – mai bine spus – ce alte

entități includ? Cum interacționează unele cu altele, ce forțe se stabilesc între ele? Și, în sfârșit, dacă ele însele sunt procese, atunci despre ce fel de procese este vorba ?

Ne-am convins că în fizica particulelor toate aceste întrebări sunt legate. Datorită naturii relativiste a particulelor subatomice, nu putem înțelege proprietățile lor fără să înțelegem interacțiile dintre ele și datorită intercorelării lumii atomice nu vom putea cunoaște o particulă fără să le cunoaștem pe toate celelalte. Următoarele capitole vor arăta cât de departe am ajuns în cunoașterea proprietăților și interacțiilor particulelor. Deși ne lipsește o teorie cuantic-relativistă completă, au fost concepute mai multe modele și teorii parțiale care descriu cu succes anumite aspecte ale domeniului subatomic. Trecerea în revistă a celor mai importante dintre ele va demonstra că au un substrat filosofic care concordă surprinzător cu acela al doctrinelor mistice din Orient.

14

vid și formă

Concepția clasică, mecanicistă despre lume se baza pe noțiunea de particulă solidă, indestructibilă, care se deplasează în vid. Fizica modernă a revizuit radical această imagine. S-a ajuns nu numai la o noțiune complet nouă de „particulă”, dar și la o transformare profundă a conceptului clasic de vid. Transformarea s-a produs în cadrul teoriei câmpului. A început cu ideea lui Einstein de a corela câmpul gravitațional cu geometria spațiului și s-a accentuat odată cu contopirea teoriei cuantice și a teoriei relativității într-o teorie care descrie câmpul de forțe de interacție al particulelor subatomice. În cadrul „teoriei cuantice a câmpului” distincția dintre particule și spațiul din jurul lor își pierde claritatea originală și vidul devine o mărime dinamică de importanță cu totul deosebită.

Noțiunea de câmp a fost introdusă în secolul al XIX-lea de Faraday și Maxwell în descrierea forțelor de interacție dintre sarcinile electrice și curenții electrici. Câmpul electric reprezintă o stare de existență a materiei în spațiul din jurul unui corp încărcat cu sarcină electrică, ce generează o forță care se exercită asupra oricărui alt corp încărcat din spațiu. Câmpul magnetic este produs de sarcinile electrice în mișcare, adică de curenții electrici, iar forța magnetică, prin intermediul căreia se manifestă câmpul, acționează asupra altor sarcini în mișcare. În electrodinamica clasică, teorie elaborată de Faraday și Maxwell, câmpul reprezintă entitățile fizice elementare ce pot fi studiate fără referire la corpurile materiale. Câmpurile electrice și magnetice oscilează și traversează

spațiul sub forma undelor radio, a razelor de lumină și a altor tipuri de radiație electromagnetică.

Teoria relativității a conferit electrodinamicii o și mai mare eleganță, realizând unificarea conceptelor de sarcini și curenți, câmp electric și câmp magnetic. Cum orice mișcare are caracter relativ, o sarcină electrică se poate manifesta și ca un curent – în raport cu un sistem de referință care se află în mișcare față de observator – și, în consecință, câmpul său electric se poate manifesta ca un câmp magnetic. În cadrul formulării relativiste a electrodinamicii cele două câmpuri sunt contopite într-unul singur, câmpul electromagnetic.

Conceptul de câmp nu a fost asociat numai forței electromagnetice, ci și celeilalte forțe, de importanță majoră la scară macroscopică, forța gravitațională. Câmpul gravitațional acționează asupra tuturor corpurilor dotate cu masă și este generat de forțele rezultate, fiind întotdeauna forțe de atracție, spre deosebire de câmpul electromagnetic ale cărui forțe acționează numai asupra corpurilor încărcate electric și pot fi atât de atracție cât și de respingere. Teoria generală a relativității este teoria de câmp care descrie în mod adecvat câmpul gravitațional; în cadrul acestei teorii influența unui corp dotat cu masă asupra spațiului care-l înconjoară are mai multe implicații decât are în electrodinamică influența exercitată de un corp încărcat. Și în acest caz spațiul capătă o asemenea „stare” încât oricare alt corp va resimți o forță, dar de această dată va fi afectată și geometria și, odată cu ea, structura însăși a spațiului.

Materia și vidul – plinul și golul – sunt cele două concepte fundamentale distincte pe care se bazează atomismul lui Democrit și Newton. În teoria generală a relativității acestea două nu mai pot fi separate. Oriunde există un corp cu masă există și câmp gravitațional și acest câmp se va manifesta curbând spațiul din jurul corpului. Nu trebuie să credem, în nici un caz că, de fapt, câmpul umple spațiul și îl „curbează”. Nu există distincție între acestea două; câmpul este spațiul curb! În relativitatea generală câmpul și structura, sau geometria și spațiul sunt unul și același lucru. În ecuațiile de câmp ale lui Einstein ele sunt reprezentate de aceeași mărime matematică. Așadar, conform teoriei lui Einstein, materia nu poate fi separată de câmp, sau gravitație, iar

câmpul gravitațional nu poate fi separat de spațiul curb. Materia și spațiul sunt concepute ca părți inseparabile ale unui întreg unic.

Pe de o parte, corpurile determină structura spațiului, dar, pe de altă parte, sunt la rândul lor influențate de acest spațiu. Fizicianul și filosoful Ernst Mach arată că inerția unui corp – rezistența pe care acesta o opune la accelerare – nu reprezintă o proprietate intrinsecă a materiei, ci o măsură a interacției corpului cu restul Universului. Când un corp se rotește, inerția produce forța centrifugă (utilizată, de exemplu, de storcătoarele mașinilor de spălat pentru a separa apa din rufele ude), dar aceasta apare, după cum a arătat Mach numai datorită rotației corpului „în raport cu stelele fixe”. Dacă la un moment dat stelele ar dispărea, inerția și forța centrifugă ale corpului rotitor ar dispărea și ele odată cu stelele.

Această concepție despre inerție, cunoscută sub numele de principiul lui Mach, l-a influențat puternic pe Albert Einstein și a motivat elaborarea teoriei generale a relativității. Datorită complexității matematice considerabile a teoriei lui Einstein, fizicienii nu au stabilit încă dacă ea include sau nu principiul lui Mach. Cei mai mulți consideră însă că el ar trebui inclus într-un fel sau altul într-o teorie completă a gravitației.

Și iată că fizica modernă demonstrează din nou – de data aceasta la nivel macroscopic – că obiectele nu sunt entități distincte, ci sunt legate inseparabil de spațiu; că proprietățile lor nu pot fi înțelese decât în termenii interacției cu tot restul Universului. Conform principiului lui Mach, această interacție implică întregul Univers, până la cele mai îndepărtate stele și galaxii. Unitatea Cosmosului nu se manifestă numai în domeniul microscopic, ci și în cel macroscopic; un fapt care devine din ce în ce mai pregnant în astrofizica și cosmologia modernă. Așa cum arăta astronomul Fred Hoyle,

Cercetările actuale în cosmologie sugerează pregnant faptul că în absența regiunilor îndepărtate ale Universului, condițiile existenței noastre zilnice n-ar mai fi aceleași și toate ideile noastre despre spațiu și geometrie s-ar dovedi greșite, dacă Universului i-ar lipsi o parte. Expe-

riența noastră zilnică, până în cele mai mici detalii, pare atât de strâns legată de aspectele macroscopice ale Universului, încât este imposibil ca acestea să fie privite separat.¹

Unitatea și intercorelarea dintre un corp material și spațiu, care se manifestă la scară macroscopică în teoria generală a relativității, apare și mai pregnant la nivel subatomic. Aici, ideile teoriei clasice a câmpului se combină cu cele ale teoriei cuantice pentru a descrie interacțiile care au loc între particulele subatomice. Nu s-a putut realiza această combinație și pentru interacția gravitațională datorită formalismului matematic foarte complicat al teoriei gravitației; dar cealaltă teorie clasică a câmpului, electrodinamica, a fost combinată cu teoria cuantică rezultând o teorie numită „electrodinamică cuantică” ce descrie toate interacțiile electromagnetice dintre particulele subatomice. Această teorie include atât teoria cuantică, cât și pe cea relativistă. A fost primul model „cuantic-relativist” din fizica modernă și continuă să aibă cel mai mare succes.

Aspectul care deosebește electrodinamica cuantică de alte teorii se datorează combinării celor două concepte: acela de câmp electromagnetic și acela de foton ca manifestare corpusculară a unde electromagnetice. Cum fotonii sunt în același timp și unde electromagnetice, și cum undele nu sunt altceva decât câmpuri în oscilație, fotonii trebuie să reprezinte o formă de manifestare a câmpului electromagnetic. De aici conceptul de „câmp cuantic”, adică de câmp care poate lua forma cuantelor, sau particulelor. Iată un concept cu totul nou, extins pentru a descrie toate particulele subatomice și interacțiile lor, fiecare tip de particulă corespunzând unui alt câmp. În cadrul acestor „teorii cuantice de câmp”, contrastul clasic dintre particulele solide și spațiul din jurul lor este total depășit. Câmpul cuantic este considerat entitate fizică fundamentală, mediu continuu, prezent peste tot în spațiu. Particulele reprezintă condensări locale de câmp; concentrări de energie care vin și se duc, pierzându-și astfel caracterul individual și dizolvându-se în câmpul suport. După cum spune Albert Einstein,

De aceea, putem considera că materia este constituită din regiuni ale spațiului în care

*câmpul este foarte intens în noua fizică nu este loc și pentru câmp și pentru materie, căci câmpul este unica realitate.*²

Concepția conform căreia corpurile fizice și fenomenele sunt manifestări tranzitorii ale unei entități fundamentale subiacente nu stă numai la baza teoriei cuantice a câmpului, ci și la baza viziunii orientale. Ca și Einstein, filosofii mistici din Orient consideră această entitate subiacentă drept unica realitate: toate manifestările fenomenologice sunt trecătoare și iluzorii. Realitatea misticului oriental nu poate fi identificată cu câmpul cuantic al fizicianului căci ea este văzută ca esență a *tuturor* fenomenelor și, în consecință, este dincolo de concepte și reprezentări. Pe de altă parte, câmpul cuantic este un concept bine definit care răspunde de anumite fenomene fizice. Cu toate acestea, intuiția pe care se bazează interpretarea dată de fizician lumii subatomice, în termenii câmpului cuantic, este foarte apropiată de aceea a filosofului mistic care interpretează experiența sa în termenii realității ultime. Ca o consecință a apariției conceptului de câmp, fizicienii au încercat să unifice toate tipurile de câmpuri într-un câmp unic fundamental care să includă și să explice toate fenomenele fizice. Einstein, mai cu seamă, și-a petrecut ultimii ani ai vieții căutând câmpul unificat. Poate că *Brahman* al hinduiștilor, ca și *Dharmakaya* al budiștilor și *Tao* al taoiștilor ar putea fi privite ca acel câmp unic care generează nu numai fenomenele fizice, dar și toate celelalte tipuri de fenomene.

În concepția orientală, realitatea ultimă aflată la baza tuturor fenomenelor transcende formele și sfidează descrierea și specificul. De aceea, se spune despre ea adeseori că este lipsită de formă, că este goală sau vidă. Dar gol nu înseamnă nimic. Dimpotrivă, este esența tuturor formelor și sursa vieții. Astfel, spun *Upanishadele*,

Brahman este suflul. Brahman este bucuria. Brahman este golul

De bună seamă, bucuria este ceea ce este și golul.

*De bună seama, golul este ceea ce este și bucuria.*³

Budiștii exprimă aceeași idee atunci când vorbesc despre realitatea ultimă numind-o *Sunyata* – „Gol” sau „Vid” – și afirmă că ea este Vidul viu care naște toate formele

lumii fenomenelor. Taoiștii îi atribuie lui Tao o creativitate infinită similară și îl numesc și ei, gol. „Tao al Cerului este gol și fără formă” spune Chuang Tse, iar Lao Tse îi ilustrează metaforic lipsa de conținut material. El compară adesea Tao cu o vale, sau cu un vas întotdeauna gol care are, de aceea, capacitatea de a conține o infinitate de lucruri.

În ciuda faptului că folosesc termeni ca gol și vid, înțelepții din Orient arată clar că, atunci când vorbesc despre *Brahman*, *Sunyata* sau *Tao*, nu se referă la ceea ce numim în limbaj comun gol, ci, dimpotrivă, la Vidul care posedă un potențial creator infinit. Astfel, Vidul misticului oriental trimite la câmpul cuantic din fizica subatomică. Ca și câmpul cuantic, el generează o varietate infinită de forme pe care le susține și, în cele din urmă, le reabsoarbe. După cum se spune în *Upanishade*,

*În pace, fiecare îl va diviniza
Ca pe cel din care se trage,
Ca pe cel în care se va topi,
Ca pe cel în care respiră.⁵*

Manifestările fenomenologice ale Vidului mistic nu sunt, așa cum nu sunt nici particulele subatomice, statice și permanente, ci dinamice și trecătoare, născându-se și dispărând într-un dans neîncetat al energiei. Ca și lumea subatomică a fizicienilor, lumea fenomenologică a filosofului mistic din Orient este *samsara* – o lume a nașterii și a morții continue. Fiind manifestări tranzitorii ale Vidului, lucrurile acestei lumi nu au identitate fundamentală. Această idee este accentuată mai ales în filosofia budistă care neagă existența materiei și afirmă că ideea de „eu” care cunoaște experiențe succesive este o iluzie. Budiștii compară adesea iluzia materiei și a eu-lui cu fenomenul valurilor pe apă, în care mișcarea sus-jos ne face să credem că o „particulă” de apă se deplasează pe suprafața acesteia. Interesant este faptul că fizicienii au apelat la aceeași analogie în contextul teoriei câmpului pentru a sublinia faptul că o particulă în mișcare creează iluzia substanței. Astfel, Hermann Weyl scria:

*Conform teoriei câmpului, o particulă materială
cum ar fi electronul este o mică regiune a
câmpului electric în care intensitatea câmpului*

atinge valori enorme, indicând faptul că o cantitate mare de energie este concentrată într-un spațiu foarte restrâns. Un asemenea nod de energie, care nu este delimitat clar de restul câmpului, se propagă prin spațiul vid așa cum un val traversează suprafața unui lac; nu există substanță din care să se constituie electronul.⁶

În filosofia chineză, ideea de câmp este prezentă implicit în noțiunea de *Tao* cel vid și fără formă, și care totuși produce toate formele, dar și explicit în conceptul de *ch'i*. Acest termen a jucat un rol important în aproape toate școlile filosofice chineze și mai ales în cea neo-confucianistă, școala care a încercat o sinteză între confucianism, budism și taoism. Cuvântul *ch'i* înseamnă „gaz” sau „eter” și în China antică desemna suflul vital sau energia care animă cosmosul. „Cărrile lui *ch'i*” în corpul uman constituie obiectul medicinei tradiționale chineze. Scopul acupuncturii este acela de a stimula curgerea lui *ch'i* prin aceste canale. Tot curgerea neperturbată a lui *ch'i* este urmărită și prin mișcările din *T'ai Chi Ch'uan*, dansul taoist al războinicului.

Neo-confucianismul a dezvoltat o noțiune de *ch'i* uimitor de asemănătoare aceleia de câmp cuantic din fizica modernă. Ca și câmpul cuantic, *ch'i* este conceput ca o formă subtilă și non-perceptibilă a materiei, prezentă peste tot în spațiu și care se poate condensa pentru a forma corpuri. În expresia lui Chang Tsai:

Când ch'î se condensează, el devine vizibil, așa încât apar formele. Când se dispersează nu mai este vizibil și formele dispar. Și în momentul condensării sale ar putea cineva să spună că această stare este altfel decât temporară? Iar în momentul dispersării s-ar putea cineva grăbi să afirme că nu mai există?

Astfel, *ch'i* se condensează și se dispersează ritmic, generând forme care apoi se vor topi în Vid. Și iarăși spune Chang Tsai,

Marele Vid nu este altceva decât ch'î; ch'î nu poate decât să se condenseze pentru a naște

*lucrurile; iar aceste lucruri nu pot decât să se disperseze pentru a forma încă o dată Marele Vid.*⁸

Ca și în teoria cuantică a câmpului, câmpul – sau *ch'i* – nu reprezintă doar principiul fundamental, ci răspunde de interacțiile dintre particule, interacții care au loc sub forma undelor. Următoarele fragmente, în care Walter Thirring descrie conceptul de câmp în fizica modernă, iar Joseph Needham concepția chineză despre lumea fizică, evidențiază puternice similitudini.

*Fizica teoretică modernă... plasează meditația asupra esenței lumii materiale într-un context nou. Ea deplasează atenția dinspre domeniul vizibil – al particulelor – spre acela al entității fundamentale, câmpul. Existența materiei este doar o perturbație a stării perfecte a câmpului într-un anumit punct; un accident sau, ar spune unii, o „pată” lată, deci, nu există legi simple care să descrie forțele care se exercită între particule ... Ordinea și simetria trebuie căutate la nivelul câmpului.*⁹

*Universul fizic în gândirea chineză antică și medievală era un întreg continuu. Ch'i condensat în forme palpabile nu prezenta particularități într-un sens anume, dar obiectele individuale interacționau cu toate celelalte obiecte din lume... vibrațiile lor ondulatorii depinzând în ultimă instanță de alternanța ritmică, manifestă la toate nivelurile, a celor două forțe fundamentale, yin și yang. Obiectele aveau, deci, propriile lor ritmuri. Iar acestea se integrau... armoniei universale.*¹⁰

Odată cu conceptul de câmp cuantic, fizica modernă a găsit un răspuns neașteptat pentru vechea întrebare: conține sau nu materia atomi indivizibili sau vreun mediu-suport continuu? Câmpul este un continuum prezent peste tot în spațiu și, totuși, în forma sa „granulară”, de particulă, are aspect discontinuu. Cele două concepte, aparent contradictorii,

sunt reunite și se dovedesc a fi aspecte diferite ale unei unice realități. Ca întotdeauna în teoria relativității, unificarea contrariilor are caracter dinamic, cele două aspecte ale materiei transformându-se neconținut unul în celălalt. Și filosofia mistică a Orientului vorbește despre aceeași unitate dinamică dintre Vid și formele pe care el le generează. Iată ce spune în acest sens Lama Govinda:

*Relația dintre vid și formă nu poate fi concepută ca o stare de contradicție exclusivă, ci ca relația dintre două aspecte ale aceleiași realități, care coexistă și interacționează în mod continuu.*¹¹

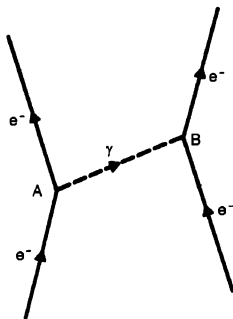
Fuzionarea acestor concepte opuse a fost exprimată într-o *sutra* budistă în celebrele cuvinte:

*Forma este vid și, cu adevărat, vidul este formă. Vidul nu se deosebește de formă, forma nu se deosebește de vid. Tot ce-i formă este, în fapt, vid, tot ce-i vid, în fapt, este formă.*¹²

Teoria câmpului a condus nu numai la o nouă concepție despre particulele subatomice, dar și la o modificare a noțiunilor legate de forțele de interacție dintre particule. La început, conceptul de câmp era legat de cel de forță, și chiar în teoria cuantică a câmpului aceste concepte sunt încă asociate. Câmpul electromagnetic, de exemplu, se poate manifesta ca un „câmp liber” în forma undelor /fotonilor sau poate juca rolul câmpului de forțe dintre particulele încărcate. În cel de-al doilea caz, forța se manifestă printr-un schimb de fotoni între particulele care interacționează. Respingerea electrostatică a doi electroni, de exemplu, este mediată de schimbul unui foton.

Această nouă noțiune de forță ar putea părea dificil de înțeles, dar lucrurile se clarifică dacă procesul de transfer de fotoni este reprezentat într-o diagramă spațiu-timp. În diagrama următoare doi electroni se apropie unul de altul, unul dintre ei emițând în punctul A un foton (notat γ), iar celălalt absorbindu-l în punctul B. Când primul electron emite fotonul, își schimbă direcția de deplasare și își modifică viteza (după cum se poate observa pe linia sa de univers care capătă o

nouă direcție și o nouă înclinare) și tot așa se întâmplă și cu al doilea electron când absoarbe fotonul. În final, electronii se depărtează unul de celălalt, respingându-se prin intermediul schimbului unui foton. Interacția dintre mai mulți electroni va implica mai multe schimburi de fotoni și, ca rezultat, electronii vor suferi deflexii descriind traiectorii curbe.



Respingerea a doi electroni prin schimbul unui foton.

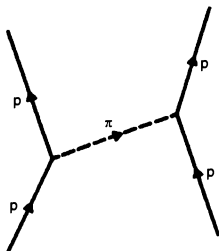
În terminologia fizicii clasice s-ar spune că electronii exercită forțe de repulsie unii asupra altora. Dar iată că acum, această formulare se dovedește a fi imprecisă. Nici unul dintre cei doi electroni nu „simte” nici o forță pe măsură ce se apropie de celălalt. Ei nu fac decât să interacționeze prin intermediul schimbului de fotoni. Forța nu este nimic altceva decât efectul cumulat la nivel macroscopic al schimburilor de fotoni. Așadar, conceptul de forță nu mai este util la nivel subatomic. Este un concept clasic pe care-l asociem (chiar dacă numai la nivelul subconștientului) cu ideea newtoniană de forță care acționează la distanță. În domeniul subatomic nu există asemenea forțe, ci doar interacții între particule, interacții mediate de câmp, adică de particule. De aceea, fizicienii preferă să vorbească mai curând despre interacții decât despre forțe.

Așa cum arăta teoria cuantică a câmpului, toate interacțiile se produc prin intermediul schimburilor de particule. În cazul interacțiilor electromagnetice particulele care constituie obiectul schimbului sunt fotonii; nucleonii, pe de altă parte, interacționează prin intermediul forțelor nucleare mult mai puternice – sau „interacțiilor tari” – care se manifestă prin schimbul unui alt tip de particule, „mezonii”. Există numeroase tipuri de mezoni care pot constitui obiectul transferului dintre protoni și neutroni. Cu cât sunt mai apropiați nucleonii, cu atât sunt mai numeroși și mai grei mezonii transferați. Interacțiile dintre nucleoni sunt legate de proprietățile mezonilor schimbați, iar aceștia, la rândul lor, interacționează prin transferul altor particule. Iată de ce, înțelegerea forțelor nucleare nu este posibilă fără înțelegerea întregului spectru de particule subatomice.

În cadrul teoriei cuantice a câmpului toate interacțiile dintre particule pot fi reprezentate prin diagrame spațiu-timp, fiecărei diagrame fiindu-i asociate expresii matematice care permit calculul probabilității de apariție a procesului respectiv. Corespondența exactă între diagrame și expresiile matematice a fost stabilită în 1949 de Richard Feynman și de atunci respectivele diagrame au fost numite diagrame Feynman. Aspectul esențial al teoriei este reprezentat de crearea și distrugerea particulelor. De exemplu, fotonul din diagrama noastră este creat printr-un proces de emisie în punctul A și este distrus prin absorbție în punctul B. Un asemenea proces poate fi conceput numai într-o teorie relativistă, în care particulele nu sunt privite ca obiecte indestructibile, ci mai curând ca structuri dinamice ce implică o anumită cantitate de energie care poate fi redistribuită pe măsură ce se formează noi structuri.

Crearea unei particule cu masă este posibilă numai atunci când energia corespunzătoare masei este furnizată într-un proces de ciocnire, de exemplu. În cazul interacțiilor tari această energie nu este întotdeauna disponibilă – ceea ce se și întâmplă atunci când doi nucleoni interacționează în cadrul nucleului atomic. În asemenea cazuri s-ar deduce că transferul de mezoni cu masă nu este posibil. Și totuși, transferul are loc. Doi protoni p pot schimba un mezon π , sau „pion”, a cărui

masă reprezintă aproximativ a șaptea parte din masa unui proton.



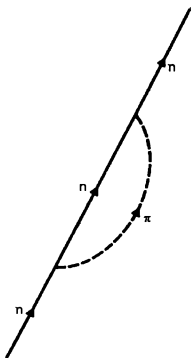
Doi protoni (p) schimbă între ei un pion (π).

Cauza care face ca procesul să poată avea loc, în ciuda absenței aparente a energiei necesare creării mezonului, trebuie căutată într-un „efect cuantic” legat de principiul de nedeterminare. După cum am arătat mai înainte, evenimentele care se petrec la nivel subatomic, în intervale extrem de scurte de timp implică un grad de incertitudine în cunoașterea energiei. Schimbul de mezozi, adică crearea și distrugerea lor, reprezintă astfel de evenimente. Se produc într-un timp atât de scurt încât incertitudinea în cunoașterea energiei este suficientă pentru a permite crearea mezonilor. Acești mezozi sunt denumiți particule „virtuale”. Ei sunt diferiți de mezonii „reali” creați în procesele de coliziune, deoarece pot exista numai un interval de timp egal cu cel dat de principiul de nedeterminare.

Cu cât mezonii sunt mai grei (cu cât este necesară mai multă energie pentru a-i crea), cu atât este mai scurt intervalul de timp alocat procesului de schimb. Iată de ce nucleonii pot schimba mezozi grei numai atunci când se află foarte aproape unul de celălalt. Transferul de fotoni virtuali se poate produce la distanțe oricât de mari, deoarece fotonii, neavând masă, pot fi creați dintr-o cantitate oricât de mică de energie. Analiza forțelor nucleare și electromagnetice i-a permis lui Hideki Yukawa în 1935 nu numai să prezică existența pionilor cu

12 ani înainte ca aceștia să fi fost puși în evidență, dar chiar să le și estimeze masa pe baza razei de acțiune a forței nucleare.

În teoria cuantică a câmpului toate interacțiile sunt descrise ca schimburi de particule virtuale. Cu cât interacția este mai puternică, deci cu cât este mai intensă forța de interacție dintre particule, cu atât este mai mare probabilitatea de apariție a proceselor de transfer; cu atât mai mult va crește frecvența schimburilor de particule virtuale. Dar rolul particulelor virtuale nu este limitat la aceste interacții. Un singur electron, de exemplu, poate să emită o particulă virtuală și să o reabsoarbă scurt timp după aceea. De vreme ce mezonul dispăre în intervalul de timp permis de principiul de nedeterminare, nu există nimic care să interzică un astfel de proces. Diagrama Feynman corespunzătoare procesului în care un neutron emite și apoi reabsoarbe un pion este reprodusă în figura alăturată.



Un neutron (n) emite și reabsoarbe un pion (π).

Probabilitatea unui asemenea proces de autointeracție este foarte mare pentru nucleoni, datorită faptului că interacțiile suportate de aceștia sunt interacții tari. Asta înseamnă că nucleonii emit și absorb particule virtuale tot timpul. Așa cum se arăta în teoria câmpului, ei trebuie priviți ca centri de activitate continuă înconjurați de nori de particule. Mezonii virtuali trebuie să dispară imediat după ce au fost creați, ceea ce înseamnă că nu se pot îndepărta prea mult de nucleon. Norul de mezoni are, deci, dimensiuni foarte reduse. Zona aflată la extremitatea exterioară a norului este populată de mezoni ușori (în special pioni); mezonii grei trebuie să fie absorbiți după un timp mult mai scurt și de aceea sunt confinați în interiorul norului.

Fiecare nucleon este înconjurat de un asemenea nor de mezonii virtuali care trăiesc o viață extrem de scurtă. Totuși, în condiții speciale, mezonii virtuali pot deveni reali. Atunci când un nucleon este ciocnit de o altă particulă care se deplasează cu viteză mare, o parte din energia de mișcare a acelei particule poate fi transferată unui mezon virtual pentru a-l elibera din nor. În acest fel iau naștere mezonii reali. Pe de altă parte, dacă doi nucleoni se apropie atât de mult încât norii lor de mezonii se suprapun, este posibil ca unele particule virtuale să nu se întoarcă înapoi spre a fi absorbite de nucleonul care le-a generat, ci să „sară” în celălalt nor spre a fi absorbite de cel de-al doilea nucleon. Așa au loc procesele de transfer care constituie interacțiile tari.

Desenul anterior arată clar că interacțiile dintre particule, și astfel „forțele” dintre ele, sunt determinate de compunerea norilor virtuali. Raza de acțiune a interacției, adică distanța dintre particule la care interacția mai poate avea loc, depinde de extensia norilor virtuali, iar forma detaliată a interacției va depinde de proprietățile particulelor prezente în nor. Astfel, forțele electromagnetice se datorează prezenței fotonilor virtuali „în interiorul” particulelor încărcate cu sarcină electrică, în timp ce interacțiile tari dintre nucleoni se datorează prezenței pionilor virtuali și altor mezonii „în interiorul” nucleonilor. În teoria câmpului forțele dintre particule apar ca proprietăți intrinseci ale particulelor. Forța și materia, cele două concepte atât de clar separate în atomismul grec și newtonian se dovedesc acum a avea o origine comună în structurile dinamice pe care le numim particule.

O asemenea concepție despre forțe este caracteristică și filosofiei mistice orientale care privește mișcarea și schimbarea ca pe niște proprietăți intrinseci tuturor lucrurilor. „Ceea ce se rotește”, spune Chuang Tse referindu-se la cer, „este animat de o forță spontană și, de aceea, mișcarea nu îi este impusă din afară.”¹³; iar în *I Ching* citim:

*Legile naturii nu sunt forțe impuse din afară, ci de armonia mișcării interioare.*¹⁴

Descrierea pe care au dat-o vechii chinezi forțelor ca armonie a mișcării interioare a lucrurilor pare cea mai

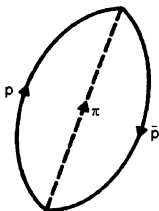
adecvată în lumina teoriei cuantice a câmpului, unde forțele dintre particule reflectă structuri dinamice (norii virtuali) inerente acestora.

Teoriile de câmp din fizica modernă ne obligă să abandonăm distincția clasică dintre particulele materiale și vid. Teoria gravitației a lui Einstein și teoria cuantică a câmpului dovedesc amândouă că particulele nu pot fi separate de spațiul care le înconjoară. Pe de o parte, ele determină structura spațiului, dar, pe de altă parte, ele nu pot fi privite ca entități separate, ci ca niște condensări ale câmpului prezent în tot spațiul. În cadrul teoriei cuantice, câmpul constituie suportul particulelor și al interacțiilor dintre ele.

*Câmpul există peste tot și în orice clipă; el nu poate fi eliminat. El este suportul tuturor fenomenelor materiale. Acesta este „vidul” din care protonii creează mezonii π . Existența și dispariția particulelor sunt formele de mișcare a câmpului.*¹⁵

Distincția dintre materie și spațiul vid a trebuit să fie abandonată în final, atunci când s-a dovedit că particulele se pot naște spontan din vid și pot dispărea în vid fără ca vreun nucleon sau vreo altă particulă care provoacă interacții tari să fie prezentă. Iată „diagrama de vid” a unui asemenea proces: trei particule – un proton (p), un antiproton ($\bar{p}$) și un pion (π) – se formează din nimic și dispar în vid. Conform teoriei câmpului, evenimente de acest fel au loc permanent. Vidul este departe de a fi un gol. Dimpotrivă, el conține un număr nelimitat de particule care se formează și se distrug fără încetare.

Așadar aici se află cea mai mare asemănare cu „vidul misticii orientale”. Ca și acesta, „vidul fizic” – cum este numit în teoria câmpului – nu înseamnă „nimic”, ci existența potențială a tuturor formelor posibile în lumea particulelor. Aceste forme,



Exemplu de diagramă de vid.

la rândul lor, nu sunt entități fizice independente, ci manifestări tranzitorii ale „vidului suport”. Așa cum se spune în *sutra*, „Forma este vid și, cu adevărat, vidul este formă”.

Relația dintre particulele virtuale și vid este o relație esențialmente dinamică; vidul este într-adevăr un „vid viu” care pulsează în ritmurile nesfârșite ale creației și distrugerii. Descoperirea calității dinamice a vidului este considerată de mulți fizicieni ca una din cele mai importante din fizica modernă. De la rolul său de container gol al fenomenelor fizice, vidul a evoluat la acela de mărime dinamică de importanță majoră. Și, astfel, rezultatele cercetărilor din fizica modernă par să confirme cele spuse de înțeleptul chinez Chang Tsai:

*Numai atunci când afli că Marele Vid este plin
de ch'î,
îți dai seama că nimic nu-i mai plin ca nimicul.*¹⁶

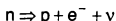
15

dansul cosmic

Explorarea lumii subatomice în secolul al XX-lea a relevat natura dinamică a materiei. A dovedit că particulele care compun atomul sunt structuri dinamice care nu există ca entități izolate, ci ca părți integrate într-o rețea de interacții. Aceste interacții implică o curgere neîntreruptă a energiei care se manifestă prin schimbul de particule; un joc dinamic în care particulele sunt create și distruse fără încetare într-un proces de continuă transformare a structurilor energetice. Interacțiunile dintre particule dau naștere unor structuri stabile care alcătuiesc lumea materială; aceasta nu este statică, ci oscilează cu mișcări ritmice. Întregul Univers este astfel angajat fără încetare în mișcare și activitate, într-un continuu dans cosmic al energiei.

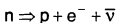
Acest dans implică o enormă varietate de structuri, dar – lucru surprinzător – acestea se clasifică în numai câteva categorii distincte. Studiul particulelor subatomice și al interacțiilor dintre ele arată că această zonă a realității este caracterizată printr-un mare grad de ordine. Toți atomii și, în consecință, toate formele de materie din mediul nostru sunt compuse din trei tipuri de particule dotate cu masă: protoni, neutroni și electroni. Un al patrulea tip de particulă, fotonul, este lipsit de masă și reprezintă cuanta de radiație electromagnetică. Protonii, electronii și fotonii sunt particule stabile, ceea ce înseamnă că pot trăi oricât de mult, câtă vreme nu sunt angajați în procese de ciocnire în cadrul

cărora ar putea fi anihilați. Neutronul, pe de altă parte, se poate dezintegra spontan. Acest proces se numește „dezintegrare beta” și reprezintă principalul fenomen responsabil de un anumit tip de radioactivitate. El presupune transformarea neutronului într-un proton însoțită de crearea unui electron și a unui nou tip de particulă fără masă – neutrino. Neutrino este stabil, ca și protonul și electronul. Este notat de obicei cu litera grecească ν („niu”), iar dezintegrarea beta este scrisă simbolic astfel:



Transformarea neutronilor în protoni în interiorul atomilor substanțelor radioactive atrage după sine transformarea respectivilor atomi în atomi de un cu totul alt tip. Electronii creați în acest proces sunt emiși sub forma unei radiații puternice care își găsește aplicații pe scară largă în biologie, medicină și industrie. În schimb neutrinii, emiși în număr egal, sunt foarte dificil de detectat, deoarece nu au nici masă și nici sarcină electrică.

Așa cum am arătat mai înainte, pentru fiecare particulă există o antiparticulă de masă egală și sarcină de semn opus; antiparticula electronului este numită pozitron; există antiproton, antineutron și antineutrino. De fapt, particula fără masă creată în dezintegrarea beta nu este neutrino, ci antineutrino (notat $\bar{\nu}$), astfel încât ecuația care descrie corect procesul este următoarea



Particulele menționate până acum reprezintă doar câteva din particulele pe care le cunoaștem astăzi. Toate celelalte sunt instabile și se dezintegrează după scurt timp în alte particule, dintre care unele se pot dezintegra la rândul lor până când se ajunge la o combinație de particule stabile. Studiul celor instabile este foarte costisitor, căci ele trebuie create de fiecare dată în procese de ciocnire care au loc în acceleratoare de particule enorme, în camere cu ceață și în alte dispozitive sofisticate.

Cele mai multe dintre particulele instabile trăiesc un timp extrem de scurt raportat la scara timpului uman; mai puțin de o milionime de secundă. Totuși, timpul lor de viață trebuie considerat prin raportare la dimensiunile lor, care sunt, de asemenea, infime. Dacă privim lucrurile în această lumină vom constata că cele mai multe din ele trăiesc un timp suficient de lung și că acea milionime de secundă reprezintă, de fapt, un interval foarte lung în lumea particulelor. Într-o secundă, un om se poate deplasa pe o distanță egală cu de câteva ori dimensiunea sa. În cazul unei particule, intervalul echivalent ar fi timpul necesar pentru deplasarea pe o distanță de câteva ori mai mare decât dimensiunea ei; o unitate de timp care s-ar putea numi „secundă-particulă”*

Pentru a traversa un nucleu atomic de dimensiune medie, unei particule îi sunt necesare cam zece asemenea „secunde-particulă”, dacă se deplasează cu o viteză apropiată de viteza luminii, așa cum se întâmplă în cazul experiențelor de ciocnire. Din marele număr de particule instabile doar vreo două duzini pot traversa mai mulți atomi înainte de a se dezintegra. Este vorba de o distanță de aproximativ 100 000 de ori mai mare decât dimensiunea lor și care corespunde unui timp de câteva „ore-particulă”. Acestea sunt clasificate în tabelul de pe pagina următoare, împreună cu cele menționate deja. Cele mai multe dintre particulele instabile din tabel vor parcurge un centimetru sau chiar mai mulți înainte de a se dezintegra, iar cele care trăiesc cel mai mult, adică o milionime de secundă, pot parcurge câteva sute de metri înainte de a se dezintegra; o distanță uriașă în raport cu dimensiunile lor.

Toate celelalte particule cunoscute până acum aparțin unei categorii numite „de rezonanță”, categorie ce va fi

* Fizicienii notează această unitate de timp prin 10^{-23} secunde, o prescurtare a unui număr zecimal cu 23 de zerouri în fața cifrei 1 (incluzând zeroul din fața virgulei), adică: 0,00000000000000000000001 secunde.

descrișă în detaliu în următorul capitol. Ele trăiesc un timp foarte scurt, dezintegrându-se după câteva „secunde-particulă”, astfel încât nu se pot niciodată deplasa pe distanțe mai mari decât de câteva ori propria lor dimensiune. Aceasta înseamnă că nu pot fi văzute în camera cu bule; existența lor poate fi numai dedusă indirect. Urmele care pot fi văzute în camera cu ceață sunt lăsate numai de particulele clasificate în tabel.

Toate aceste particule pot fi create și anihilate în procese de coliziune; fiecare din ele poate constitui obiect de schimb ca particulă virtuală și, astfel, poate contribui la interacția dintre alte particule. S-ar părea că se ajunge astfel la un număr uriaș de interacții, dar – deși nu cunoaștem încă motivul – toate interacțiile se pot clasifica după intensitate în patru categorii:

interacții tari,
interacții electromagnetice,
interacții slabe,
interacții gravitaționale.

Între acestea, cele mai familiare ne sunt cele electromagnetice și gravitaționale, deoarece au loc la nivel microscopic. Interacția gravitațională se stabilește între toate tipurile de particule, dar este atât de slabă încât nu poate fi detectată.

Totuși, în domeniul microscopic, marele număr de particule care compun corpurile cu masă, combină interacția gravitațională pentru a produce gravitația care constituie la scară microscopică forța dominantă în Univers. Interacțiile electromagnetice se stabilesc între toate corpurile încărcate cu sarcină electrică. Ele sunt responsabile de procesele chimice și de formarea structurilor atomice și moleculare. Interacțiile tari mențin protonii și neutronii laolaltă în nucleul atomic. Ele constituie forța nucleară, de departe cea mai puternică forță din natură. Pentru a justifica afirmația, vom spune că electronii sunt menținuți în jurul nucleului prin

acțiunea forței electromagnetice care presupune energii de ordinul a 10 unități (numite electron-volți), în timp ce forța nucleară menține protonii și neutronii în nucleu cu energii de aproximativ 10 milioane de unități!

Nucleonii nu sunt singurele particule ale căror interacții se clasifică în prima grupă, aceea a *interacțiilor tari*. De fapt, majoritatea covârșitoare a particulelor interacționează astfel. Dintre toate particulele cunoscute până acum, numai cinci (și antiparticulele lor) nu admit interacții tari. Acestea sunt fotonii și cei patru „leptoni” aflați în partea de sus a tabelului*. În acest fel, toate particulele pot fi clasificate în două grupe mari: leptoni și „hadroni” – particule supuse interacțiilor tari. Hadronii se clasifică în „mezonii” și „barionii”; există multe diferențe între particulele aparținând acestor două grupe, una din ele fiind aceea că, în timp ce, pentru fiecare barion există antiparticulă distinctă, particulele aparținând grupei mezonilor sunt propriile lor antiparticule.

Tabelul din figura următoare prezintă 13 tipuri de particule diferite, dintre care multe apar în diverse „stări încărcate”. De exemplu, pionii pot avea sarcină pozitivă (π^+), negativă (π^-), sau pot fi neutri din punct de vedere electric (π^0). Există două tipuri de neutrino: unul interacționează doar cu electronii (ν_e), celălalt doar cu miunonii (ν_μ). În tabel apar și antiparticulele corespunzătoare; se poate observa că trei dintre particulele care apar în tabel (γ , π^0 , η) sunt propriile lor antiparticule. Particulele sunt aranjate în ordinea crescătoare a masei; fotonul și neutrinii nu au masă; electronul este cea mai ușoară particulă; miunonul, pionul și kaonul sunt de

* Un al cincilea lepton, notat cu litera grecească τ („tau”) a fost descoperit recent. Ca și electronul și mionul, prezintă două stări încărcate, τ^- și τ^+ și, deoarece are o masă de aproape 3500 de ori mai mare decât a unui electron, este cunoscut ca „leptonul greu”. Se prezice existența unui neutrino care interacționează numai cu „tau”, dar nu a fost detectat încă.

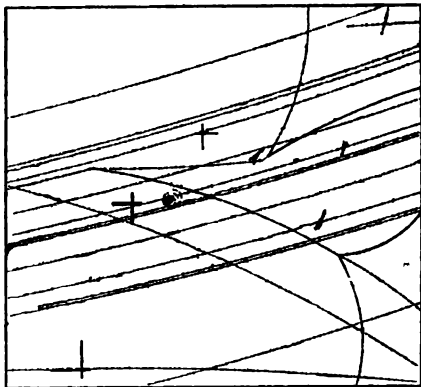
câteva sute de ori mai grei decât electronul; celelalte particule sunt de câteva mii de ori mai grele decât electronul.

NUME		SIMBOL	
		PARTICULĂ	ANTIPARTICULĂ
foton		γ	
leptoni	neutrino	$\nu_e \quad \nu_\mu$	$\bar{\nu}_e \quad \bar{\nu}_\mu$
	electron	e^-	e^+
	miuon	μ^-	μ^+
hadroni	mezoni	$\pi^+ \quad \pi^0 \quad \pi^-$	
		$K^+ \quad K^0$	$\bar{K}^0 \quad K^-$
		η	
	barioni	p	$\bar{p}$
		n	$\bar{n}$
		Λ	$\bar{\Lambda}$
		$\Sigma^+ \quad \Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^+ \quad \bar{\Sigma}^-$
		$\Xi^0 \quad \Xi^-$	$\bar{\Xi}^0 \quad \bar{\Xi}^-$
		Ω	$\bar{\Omega}$

Leptonii sunt implicați în al patrulea tip de interacții, *interacțiile slabe*. Acestea sunt atât de puțin intense și au o rază de acțiune atât de mică, încât nu sunt responsabile de formarea vreunui sistem de particule. Pe când celelalte trei tipuri de interacții conduc la stabilirea unor forțe care mențin structuri: *interacțiile nucleare* sunt responsabile de formarea nucleului, *interacțiile electromagnetice* sunt responsabile de formarea atomilor și moleculelor, iar *interacțiile gravitaționale* sunt responsabile de formarea sistemelor planetare, stelare și galactice. Interacțiile slabe se manifestă numai în cadrul

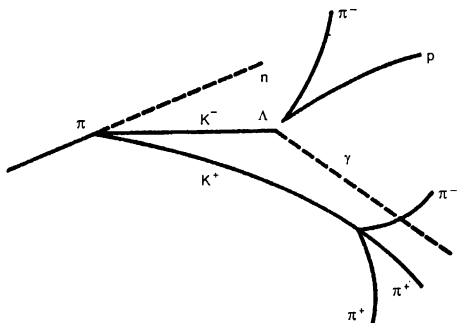
unor procese de ciocnire și în dezintegrări, de exemplu în dezintegrarea beta menționată anterior.

Toate interacțiile dintre hadroni sunt mediate de transferul altor hadroni. Datorită acestor schimburi de particule cu masă, interacțiile tari au rază extrem de scurtă de acțiune. Ele acționează numai în limita unor distanțe de câteva ori mai mari decât dimensiunea unei particule și, de aceea, nu pot conduce la stabilirea unei forțe care să se manifeste la nivel macroscopic. Interacțiile tari nu sunt resimțite la nivelul experienței comune. Interacțiile electromagnetice sunt mediate de schimbul de fotoni fără masă și de aceea, raza lor de acțiune este indefinit de mare, ceea ce face ca forțele electrice și magnetice să fie resimțite la nivel macroscopic. Se crede că interacțiile gravitaționale sunt mediate de o particulă fără masă numită „graviton”; dar, datorită faptului că ele sunt atât de slabe, gravitonul nu a



fost încă detectat – deși nu există nici un motiv serios să ne îndoim de existența lui.

În sfârșit, interacțiile slabe au o rază de acțiune foarte limitată – mult mai scurtă decât aceea corespunzătoare interacțiilor tari – și de aceea se presupune că ele se realizează prin schimbul unor particule extrem de grele. Se pare că aceste particule ipotetice, presupuse a exista în trei variante numite W^+ , W^- și Z , joacă un rol analog fotonului în interacțiile electromagnetice, exceptând masa lor foarte mare. Această analogie constituie de altfel suportul unui nou tip de teorii ale câmpului, dezvoltate recent și cunoscute sub numele de *teorii comparative*, pe baza cărora s-a putut realiza unificarea interacțiilor electromagnetice și a interacțiilor slabe.*



Această ilustrată, ca și cea precedentă, prezintă ciocniri și dezintegrări: un pion negativ (π^-), care vine din partea stângă, se ciocnește cu un

* Vezi *Postfața*.

proton – adică, un nucleu de hidrogen – aflat în camera cu bule; ei sunt anihilați și, în schimb, sunt creați un neutron (n) și doi kaoni (K^- și K^+); neutronul se deplasează fără a lăsa vreo urmă; particula K^- se ciocnește cu un alt proton, procesul soldându-se cu anihilarea lor reciprocă și cu apariția unei particule lambda (Λ) și a unui foton (γ). Nici una din aceste două particule neutre nu poate fi vizualizată, dar Λ se dezintegrează după scurt timp într-un proton (p) și un π^- , ale căror urme se pot observa. Distanța scurtă între punctul în care este creată particula Λ și cel în care se produce dezintegrarea sa este perfect vizibilă în fotografie. În final, K^+ , apărută în urma primei ciocniri, mai parcurge o anumită distanță înainte de a se dezintegra în trei pioni.

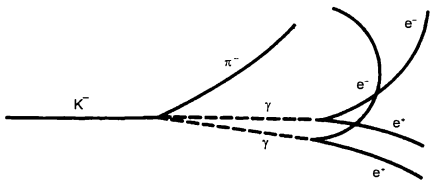
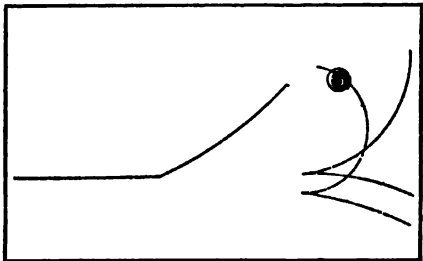
Este o ilustrare impresionantă a caracterului mutant al materiei subatomice; într-o cascadă de energie se creează și se distrug particule.

În secvența deja prezentată, ca și în cea care urmează, impresionează în primul rând procesul de creare a materiei; fotonul fără masă, dar de energie enormă, care nu poate fi vizualizat în camera cu bule, explodează dintr-o dată într-o pereche de particule încărcate – un electron și un pozitron – care descriu vijelioase curbe divergente.

În cadrul multor procese de coliziune din fizica energiilor înalte, interacțiunile tari electromagnetice și cele slabe se combină pentru a produce o secvență complexă de evenimente. Particulele care se ciocnesc inițial sunt adesea distruse și sunt create particule noi, care se angajează în alte procese de ciocnire, sau se dezintegrează, uneori în câteva etape, ajungându-se în final la particule stabile. Ilustrația de la pagina 227 prezintă fotografia* unui asemenea proces de creare și anihilare făcută într-o cameră cu bule.

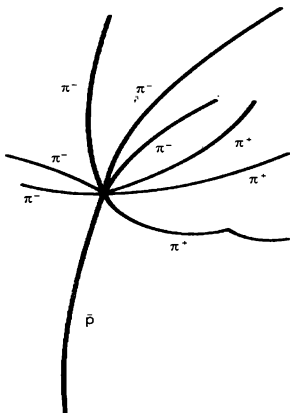
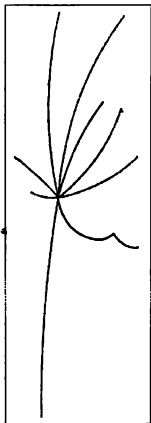
Ilustrațiile din figura următoare reprezintă un splendid exemplu care arată crearea a două asemenea perechi.

*De reținut că numai particulele încărcate lasă urme în camera cu bule; acestea sunt îndreptate prin acțiunea câmpurilor electromagnetice în sensul acelor de ceasornic, dacă au sarcini.

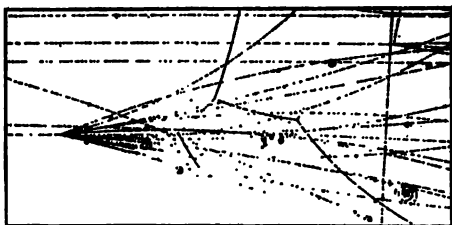


Secvență de evenimente ilustrând crearea a două perechi de particule: un K^- se dezintegrează într-un π^- și doi fotoni (γ), fiecare dintre aceștia creând la rândul său o pereche electron–pozitron; traiectoria pozitronilor (e^+) se curbează către dreapta, iar a electronilor (e^-) către stânga.

Cu cât energia inițială în aceste procese este mai mare, cu atât pot fi create mai multe particule. În prima figură de la pagina următoare este ilustrată crearea a opt pioni prin ciocnirea unui proton cu un antiproton, iar cea de-a doua figură ilustrează un caz extrem – crearea a șaisprezece particule în urma unei singure coliziuni dintre un pion și un proton.



Crearea a opt pioni în cadrul unui proces de ciocnire între un antiproton ($\bar{p}$) și un proton aflat în camera cu ceață.



Crearea a 16 particule în urma unei ciocniri pion-proton.

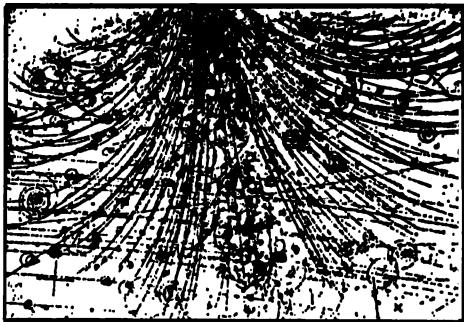
Toate aceste ciocniri au fost produse artificial, în laborator, cu ajutorul imenselor acceleratoare în care particulele sunt accelerate până ajung la energia necesară. În cele mai multe fenomene naturale de pe Pământ, nu se ating energii suficient de înalte pentru a putea fi create particule cu masă. Dar în spațiul cosmic situația este cu totul alta. În centrul stelelor, în care au loc tot timpul în mod natural procese de ciocnire ca acelea studiate în laborator, se creează un număr mare de particule subatomice. În unele stele, aceste evenimente produc radiație electromagnetică puternică – sub forma undelor radio, a razelor de lumină sau a radiației X –, care constituie pentru astronomi principala sursă de informație. Spațiul interstelar, ca și spațiul dintre galaxii, este traversat de radiație electromagnetică de diverse frecvențe, adică de fotoni de diverse energii.

Acestea nu sunt, totuși, singurele particule care călătoresc prin spațiu. „Radiația cosmică” este formată nu numai din fotoni, ci și din diverse tipuri de particule cu masă, a căror origine este încă un mister. Unele din ele sunt protoni de energie foarte înaltă, cu mult mai mare decât pragul care se poate atinge în cele mai puternice acceleratoare.

Când „razele cosmice” lovesc atmosfera terestră, ele suferă ciocniri cu nucleeele moleculelor de aer și produc o mare varietate de particule secundare care sau se dezintegrează, sau participă la alte procese de coliziune, creând astfel mai multe particule; acestea, la rândul lor, se pot ciocni sau dezintegra și tot așa până când ultimele ating Pământul. În acest mod, un singur proton lansat în atmosfera Pământului generează o întreagă cascadă de evenimente prin care energia sa cinetică inițială se transformă într-o ploaie de particule diverse, și este absorbită treptat pe măsură ce acestea penetrează stratul de aer producând alte ciocniri.

Același fenomen pus în evidență în experiențele de fizica energiilor înalte apare în mod natural și cu intensitate mult mai mare în atmosfera Pământului; o curgere continuă de energie care străbate o mare varietate de particule într-un

dans ritmic al creației și anihilării. Ilustrația următoare prezintă o imagine magnifică a acestui dans al energiei; fotografia a fost făcută accidental, când o rază cosmică neașteptată a atins o cameră cu bule la Centrul European de Cercetări CERN.

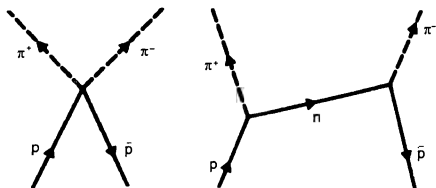


Un „duș” de aproximativ 100 de particule produs de o rază cosmică incidentă pe o cameră cu ceață. Urmele orizontale aparțin particulelor care ies din accelerator.

Particulele nu suferă numai procesele de creare și anihilare observate și fotografiate în camera cu bule. Se produc și fenomene de creare și distrugere a particulelor virtuale ce constituie obiectul schimbului în cadrul interacțiilor și care nu trăiesc suficient pentru a putea fi observate.

Să considerăm, de exemplu, crearea a doi pioni prin ciocnirea dintre un proton și un antiproton. Diagrama spațio-temporală a acestui eveniment ar arăta ca în figura din stânga de pe pagina următoare (de reținut că axa timpului are direcția de jos în sus!)

Sunt reprezentate liniile de univers ale protonului (p) și antiprotonului ($\bar{p}$) care se ciocnesc într-un punct din spațiu anihilându-se reciproc și creând cei doi pioni (π^- și π^+). Totuși, această diagramă nu înfățișează toate fazele evenimentului. Interacția proton–antiproton constă din schimbul unui neutron virtual, așa cum se vede în diagrama corespunzătoare din dreapta.



În mod similar, procesul reprezentat în figura următoare, în care prin coliziunea proton–antiproton sunt creați patru pioni, poate fi conceput ca un proces de schimb care implică crearea și anihilarea a trei particule virtuale – doi neutroni și un proton.

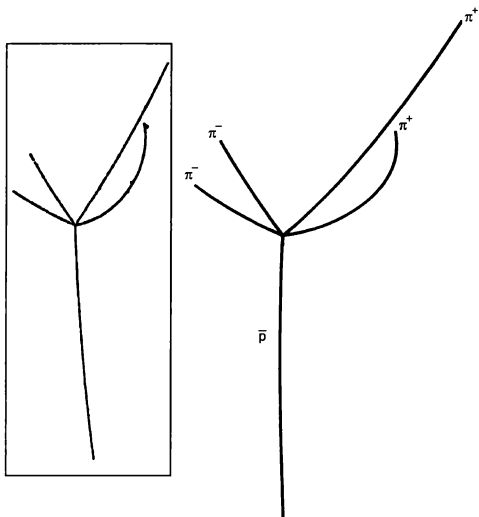
Diagrama Feynman corespunzătoare este prezentată la pagina 236*

Exemplele demonstrează că urmele lăsate în camera cu bule dau numai o imagine aproximativă a interacțiilor. Procesele reale implică fenomene de schimb mult mai complexe. Situația se complică indefinit dacă ne amintim că

* Următoarele diagrame sunt reprezentări schematică și nu înfățișează unghiurile corecte dintre liniile de univers ale particulelor. De observat că protonul inițial aflat în camera cu bule nu apare în fotografie, dar linia lui de univers, da, căci el se deplasează în timp.

fiecare particulă implicată în interacție emite și absoarbe în mod continuu particule virtuale.

Un proton va emite și va reabsorbi din când în când un pion neutru, iar uneori poate emite o particulă π^+ , transformându-se într-un neutron care va reabsorbi π^+ după scurt timp, redevenind proton. Într-un asemenea caz, liniile protonilor din diagrama Feynman trebuie să fie înlocuite prin alte diagrame.



Crearea a opt pioni în cadrul unui proces de ciocnire între un antiproton ($\bar{p}$) și un proton aflat în camera cu ceață.

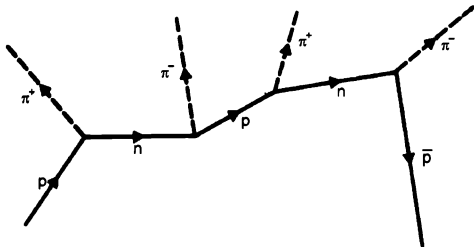
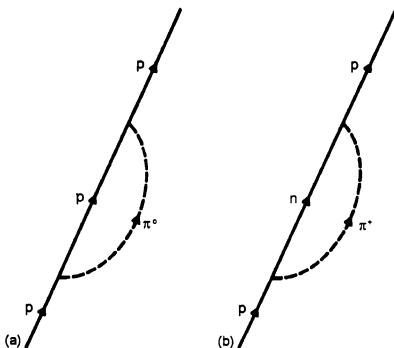


Diagrama Feynman corespunzătoare procesului ilustrat.

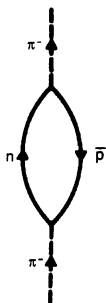


Diagrame Feynman corespunzătoare proceselor prin care un proton emite și reabsoarbe pioni virtuali.

În cadrul proceselor virtuale particula inițială poate dispărea complet pentru scurt timp, ca în diagrama următoare. Un pion negativ, pentru a da un alt exemplu, poate crea un neutron (n) și un antiproton ($\bar{p}$) care apoi se anihilează reciproc pentru a restabili pionul inițial.

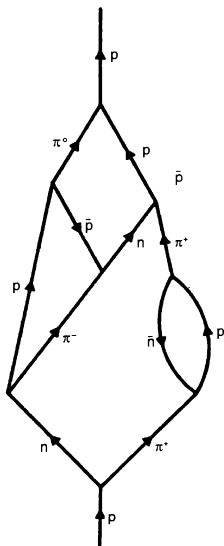
Este important de observat că toate aceste procese se supun legilor teoriei cuantice și astfel reprezintă, deci, mai degrabă tendințe sau probabilități decât procese reale. Orice proton există potențial, adică există cu o anumită probabilitate, sub forma unei perechi proton- π^0 , sub forma unei perechi neutron- π^+ sau sub multe alte forme. Exemplele de mai sus nu reprezintă decât cele mai simple procese virtuale. Atunci când particulele virtuale creează alte particule virtuale, generând un întreg sistem de interacții virtuale*, apar structuri mult mai complicate. În cartea sa *Lumea Particulelor Elementare*, Kenneth Ford construiește un exemplu de asemenea sistem ce implică crearea și anihilarea a unsprezece particule virtuale; comentariul său „Diagrama înfățișează o succesiune de-a dreptul înfricoșătoare, dar reală, de evenimente. Fiecare proton imită ocazional acest dans al creației și distrugerii.”¹

Ford nu este singurul fizician care a folosit expresii ca „dans al creației și distrugerii” și „dans al energiei”. Noțiunile de ritm și dans apar natural în mintea oricui încearcă să își imagineze fluxul de energie ce străbate structurile care



Crearea unei perechi virtuale neutron-antiproton.

* Trebuie menționat faptul că posibilitățile nu sunt complet arbitrare, căci legile generale, ce urmează a fi discutate în următorul capitol, impun anumite restricții.



O rețea de interacții virtuale
(Ford, op.cit).

formează lumea particulelor. Fizica modernă a demonstrat că mișcarea și ritmul sunt proprietăți esențiale ale materiei, că materia, indiferent dacă este vorba de cea de pe Pământ sau din spațiul cosmic, participă la un neîntrerupt dans cosmic.

Filosofii mistici din Orient au o viziune dinamică asupra Universului similară concepției datorate teoriilor științifice moderne și, în consecință, nu surprinde deloc faptul că au folosit și ei metafora dansului pentru a exprima intuiția naturii. O frumoasă exemplificare a imaginii ritmului și dansului este dată de Alexandra David-Neel în cartea ei *Călătorie în Tibet*, în care povestește întâlnirea cu un călugăr lama care s-a numit pe sine „maestru al sunetului” și i-a prezentat concepția sa asupra materiei, astfel:

Toate lucrurile sunt agregări de atomi care dansează și ale căror mișcări emit sunete. Când ritmul dansului se schimbă, se schimbă și sunetul emis... Fiecare atom își cântă fără încetare cântecul, iar sunetul creează în fiecare moment forme dense și subtile.²

Similitudinea dintre cele două concepții devine încă mai pregnantă dacă ne amintim că sunetul este o undă caracterizată de o anumită frecvență ce se modifică odată cu tonalitatea și că particula, echivalentul modern al noțiunii de atom, este o undă cu frecvența proporțională cu energia respectivului atom. Conform teoriei câmpului, fiecare particulă „își cântă fără încetare cântecul” producând structuri ritmice de energie (particule virtuale) în „forme dense și subtile”.

Metafora dansului cosmic și-a găsit cea mai frumoasă și mai profundă expresie în imaginea hinduistă a zeului dansator Shiva. Într-una din numeroasele sale încarnări, Shiva, unul din cei mai vechi și mai populari zei ai Indiei, apare ca Rege al Dansatorilor. Conform credinței hinduiste, viața este numai o parte a unui proces ritmic de creare și distrugere, de moarte și renaștere, iar dansul lui Shiva simbolizează acest ritm etern viață–moarte care se derulează ciclic. Așa cum spune Ananda Coomaraswamy,

În noaptea lui Brahman Natura este inertă; dansul ei nu începe până ce Shiva nu poruncește. El se trezește din al său extaz și, dansând, transmite materiei inerte valuri de sunete spre a o trezi; și, iată!, materia însăși se unduiește ca o aură în jurul creștetului Său. Prin jocul Său, El susține varietatea fenomenelor. Iar la sfârșitul timpului, încă dansând, El ucide prin foc toate numele și formele dăruindu-le odihna. Aceasta nu-i doar poezie, ci și știință.³

Dansul lui Shiva nu simbolizează numai ciclurile cosmice de creație și distrugere, ci și ritmul zilnic al nașterii și morții pe care mistica indiană îl consideră fundamentul existenței. În același timp, Shiva ne reamintește că formele sunt *maya* – iluzorii și mereu schimbătoare – pe măsură ce

le generează și le dizolvă în neîncetata unduire a dansului său. Așa cum a spus și Heinrich Zimmer:

*Gesturile sale, sălbatice și pline de grație, precipită iluzia cosmică; brațele și picioarele sale în unduire, legănarea torsului său, creează și distrug fără încetare Universul, menținând balanța viață-moarte, anihilând ceea ce au generat.*⁴

Artiștii indieni din secolul al X-lea și al XII-lea au reprezentat dansul cosmic al lui Shiva prin monumentale sculpturi în bronz ale dansatorului cu patru brațe, ale cărui gesturi perfect cumpănite și totuși extrem de dinamice exprimă ritmul și unitatea Vieții. Detaliile acestor figuri exprimă alegoric variatele semnificații ale acestui dans. Brațul drept ridicat al zeului ține o tobă ce simbolizează sunetul primordial al creației, brațul stâng, o flacără – simbolul distrugerii. Echilibrul celor două brațe reprezintă echilibrul creației și al distrugerii, accentuat de expresia calmă și detașată întipărită pe chipul zeului; prin acest echilibru se dizolvă și se transcende polaritatea creație–distrugere. Celălalt braț drept face semnul „nu te teme”, simbol al protecției și păcii, în timp ce al doilea braț stâng arată în jos, spre piciorul stâng ridicat, care simbolizează eliberarea de imperiul *maya*. Zeul dansează pe trupul unui demon, simbolul ignoranței omenești care trebuie înlăturată spre a se atinge eliberarea.

Dansul lui Shiva este – așa cum spune Coomaraswamy – „cea mai clară imagine a actului divin cu care se poate mândri o religie sau o artă.”⁵ Cum zeul este personificarea lui *Brahman*, actul său este expresia nenumăratelor manifestări ale lui *Brahman* în lume. Dansul lui Shiva simbolizează dinamica întregului Univers, nesfârșitul flux de energie care ia o infinitate de forme ce se topesc una în alta.

Fizica modernă a demonstrat că ritmul creației și al distrugerii nu se manifestă doar în succesiunea anotimpurilor, în nașterea și moartea lumii vii, ci și la nivelul materiei anorganice. Conform teoriei cuantice a câmpului, toate interacțiunile dintre constituenții materiei se produc prin emisia și absorbția unor particule virtuale. Mai mult decât atât, dansul creației și al anihilării stă la originea existenței, de vreme ce particulele materiale „auto-interacționează” emițând și reabsorbind particule virtuale. Fizica modernă a demonstrat, astfel, că fiecare particulă participă nu doar la dansul energiei, ci este chiar ea însăși un dans al energiei; un proces pulsatoriu al creării și distrugerii.

Schemele acestui dans reprezintă un aspect esențial al naturii particulei și determină multe dintre proprietățile acesteia. De exemplu, energia implicată în emisia și absorbția particulelor virtuale este echivalentă cu un quantum al masei ce contribuie la masa particulei care auto-interacționează. Particulele diferite dezvoltă în dansul lor diferite structuri; acestea presupun cantități diferite de energie și, de aceea, particulele respective au mase diferite. În sfârșit, particulele virtuale reprezintă o categorie esențială a interacțiilor dintre particule și a proprietăților lor; dar nu numai atât – pe ele le creează și le distruge vidul. Iată că nu numai materia, ci și vidul participă la dansul cosmic, creând și distrugând fără încetare structuri energetice.

Așadar, pentru fizicianul modern, dansul lui Shiva este dansul materiei subatomice. Ca și în mitologia hindusă, este un dans neîntrerupt al creării și al distrugerii în care este implicat întregul cosmos, esența întregii existențe. Cu sute de ani în urmă artiștii indieni au modelat dansul lui Shiva în bronz. În vremurile noastre, fizicienii utilizează o tehnologie avansată spre a dezvălui același dans cosmic. Fotografiiile luate în camera cu bule – mărturie a ritmului nesfârșit al creației și distrugerii în Univers – reprezintă imagini ale

dansului lui Shiva egale în frumusețe și bogăție de sensuri cu acelea ale artiștilor indieni. Astfel, metafora dansului cosmic unește mitologia, arta religioasă și fizica modernă. Este, într-adevăr, așa cum spunea Coomaraswamy, „poezie, dar nu mai puțin știință.“

16 simetria de quark, un nou *koan*?

Lumea subatomică este o lume a ritmului, mișcării și permanentei transformări. Și totuși, departe de arbitrar și haotic, ea își urmează cursul după scheme clare și bine definite. Un prim argument în acest sens: toate particulele de un anumit tip sunt complet identice; au exact aceeași masă, sarcină electrică și alte câteva proprietăți identice. Mai mult, toate particulele încărcate poartă sarcini electrice egale (și, uneori, de semn opus) cu aceea a electronului, sau de două ori mai mari. Aceeași observație este valabilă și pentru alte mărimi ce reprezintă atribute ale particulelor; faptul că acestea nu iau valori arbitrare, ci numai valori dintr-o gamă limitată, ne permite să grupăm particulele în câteva „familii” distincte. Astfel, ajungem să ne punem întrebarea: cum apar aceste structuri bine definite în lumea dinamică și schimbătoare a particulelor?

Apariția entităților definite în structura materiei nu constituie un fenomen nou; el a fost observat deja la nivelul atomilor. Ca și particulele subatomice, atomii de un anumit tip sunt perfect identici și aceasta a făcut ca diferitele tipuri de atomi, adică elementele chimice, să poată fi clasificați în tabelul periodic al elementelor pe grupe. Această clasificare este astăzi bine înțeleasă; ea se bazează pe numărul de protoni și neutroni prezenți în nuclee și pe distribuția electronilor pe orbite sferice sau „straturi”, în jurul nucleelor. Așa cum am mai arătat, natura ondulatorie a electronilor este răspunzătoare de restrângerea razei orbitei electronice

și a rotației unui electron pe o anumită orbită, la un set de valori definite corespunzător vibrațiilor specifice ale undelor electronice. În consecință, în atomi iau naștere structuri caracterizate printr-un set de „numere cuantice” care reflectă modurile de vibrație ale undelor electronice pe orbitele atomice. Aceste vibrații determină „stările cuantice” ale unui atom și atestă faptul că doi atomi aflați amândoi în „starea fundamentală” sau în aceeași „stare excitată” vor fi complet identici.

Structurile lumii particulelor prezintă multe asemănări cu acelea ale lumii atomilor. Iată, de exemplu, cele mai multe particule se rotesc în jurul axei proprii ca niște sfârleze. Rotațiile lor sunt caracterizate prin mărimi fizice care iau valori bine definite, neputând fi decât multipli întregi ai unei anume entități. Astfel, barionii nu pot avea decât spin $1/2$, $3/2$, $5/2$ etc., în timp ce mezonii au spin 0 , 1 , 2 etc. Aceasta amintește foarte clar de rotațiile electronilor pe orbitele atomice, rotații descrise de mărimi care iau numai valori întregi.

Analogia cu structurile atomice este accentuată de faptul că toate particulele supuse interacțiilor tari, adică hadronii, par să se clasifice în grupe ale căror membri prezintă proprietăți identice, cu excepția masei și a spinului. Acei membri care au masele cele mai mari sunt particulele cu viață extrem de scurtă, așa-numitele particule „de rezonanță”, puse în evidență în număr mare, în ultimul deceniu. Masele și spinii particulelor de rezonanță cresc în grupă după o regulă precisă, astfel încât grupa respectivă rămâne deschisă și pare a se extinde la infinit. Aceste regularități sugerează o analogie cu stările excitate ale atomilor, fapt care i-a determinat pe fizicieni să nu considere hadronii grei drept particule diferite, ci mai degrabă stări excitate ale hadronilor ușori. Ca și atomii, hadronii pot exista în stări excitate cu viață extrem de scurtă, rotație rapidă (valoare mare a spinului) și energie (sau masă) mare.

Similitudinea dintre stările cuantice ale atomilor și hadronilor sugerează faptul că și hadronii sunt entități compuse, cu structură internă, care admit „stări excitate”,

deci sunt capabili să absoarbă energie pentru a forma structuri variate. La ora actuală nu înțelegem, totuși, cum sunt formate aceste structuri. În fizica atomică ele se explică în termenii proprietăților și ai interacțiilor dintre constituenții atomici (protonii, neutronii și electronii), dar în fizica particulelor o asemenea explicație nu este încă posibilă. Entitățile descoperite în domeniul particulelor au fost studiate și clasificate empiric; proprietățile lor nu pot încă să fie stabilite pe baza structurii lor. Dificultatea esențială cu care se confruntă fizicianul constă în aceea că în domeniul particulelor subatomice nu se mai poate opera cu noțiunea „clasică de „obiect” compus, de corp alcătuit dintr-un set de „părți elementare”. Singura cale de a descoperi „constituenții” acestor particule este aceea de a le sparge, antrenându-le în procese de ciocnire la energii înalte. Dar fragmentele rezultate în urma acestor procese nu sunt niciodată „bucăți mai mici” ale particulelor inițiale. Doi protoni pot genera o întreagă varietate de fragmente care se ciocnesc cu viteze mari, dar niciodată nu se vor găsi „fracțiuni de proton” printre ele. Fragmentele acestea vor fi întotdeauna hadroni întregi, formați din energia cinetică și masa implicată în ciocnirea protonilor. Descompunerea unei particule în „părțile constituente” este, astfel, departe de a fi un fenomen definit, căci depinde de nivelul energiei implicate în procesul de ciocnire. Este vorba aici despre o problemă esențial relativistă, căci structurile energetice dinamice se dizolvă și se formează din nou, iar conceptele strict statice de obiect compus și părți constituente nu mai pot fi aplicate. „Structura” unei particule subatomice poate fi înțeleasă numai într-un sens dinamic, în termenii proceselor și interacțiilor.

Modul în care se fragmentează particulele în procesele de coliziune este determinat de anumite legi; cum fragmentele rezultate sunt particule de același tip cu cele inițiale, respectivele legi pot fi utilizate pentru a descrie regularitățile observate în lumea particulelor. În anii '60, când au fost descoperite cele mai multe particule și au fost clasificate în „familii”, după cum era de așteptat, cei mai

mulți fizicieni și-au concentrat eforturile în direcția stabilirii regularităților, mai mult decât în direcția abordării problemei dificile a descoperirii cauzelor dinamice care duc la formarea particulelor. Și cercetările lor au fost încununate de succes.



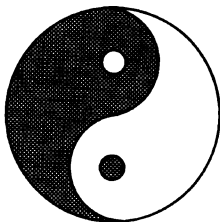
Noțiunea de simetrie a jucat un rol important în cadrul acestor cercetări. Generalizarea și abstractizarea conceptului de simetrie au permis fizicienilor să dezvolte un instrument puternic care s-a dovedit foarte util în clasificarea particulelor. Simetria este asociată în experiența zilnică reflexiei în oglindă; se spune despre o figură că este simetrică, dacă trasând o linie care împarte figura în două jumătăți, se constată că fiecare este exact imaginea în oglindă a celeilalte. Există figuri (ca diagrama alăturată) din simbolistica budistă care admit mai multe linii de simetrie, deci au un grad de simetrie mai înalt.

Reflexia nu este, totuși, singura operație asociată cu

simetria. Se mai spune despre o figură că este simetrică și dacă arată la fel după ce a fost rotită cu un anumit unghi. Forma diagramei chineze *yin-yang* din figura următoare prezintă acest tip de simetrie de rotație.

În fizica particulelor, simetria nu este asociată numai cu reflexia și rotația, ci și cu multe alte operații realizate atât în spațiul (și timpul) comun, cât și în spații matematice abstracte. Ele se aplică particulelor sau grupurilor de particule și întrucât proprietățile acestora sunt inseparabil legate de interacțiunile dintre ele, relațiile de simetrie se aplică și interacțiilor, adică

proceselor în care sunt implicate particule. Motivul care face ca operațiile de simetrie să fie atât de utile constă în aceea că ele sunt legate de „legile de conservare”. Orice proces care are loc în lumea particulelor și prezintă un grad de simetrie implică neapărat „conservarea” unei mărimi; adică există o mărime care rămâne constantă pe durata procesului. Aceste mărimi sunt elemente constante în lumea



complexă a materiei subatomice și, astfel, se dovedesc ideale în descrierea interacțiilor. Unele mărimi se conservă în toate interacțiile, altele doar în anumite interacții astfel încât fiecare proces este asociat cu un set de mărimi care se conservă.

Așadar, simetria la nivelul proprietăților particulelor se traduce prin legi de conservare a unor mărimi în cadrul proceselor de interacție. Fizicienii operează cu ambele concepte, referindu-se când la simetria unui proces, când la legea de conservare corespunzătoare, după cum este mai convenabil în cazul particulelor respective.

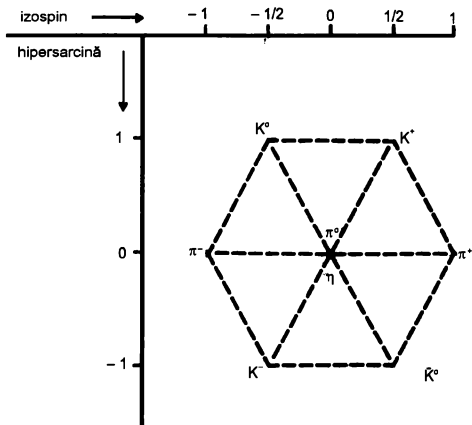
Există patru legi de conservare valabile pentru toate procesele, trei dintre ele legate de operații de simetrie simple în spațiul și timpul comun. Toate interacțiile dintre particule sunt simetrice în raport cu poziția lor în spațiu – ceea ce înseamnă că ele arată la fel indiferent dacă se petrec la Londra sau la New York. Sunt, de asemenea, simetrice în raport cu poziția lor în timp, ceea ce înseamnă că se vor desfășura la fel luna ca și miercurea. Prima dintre legile de simetrie amintite aici este legată de conservarea impulsului, cea de-a doua fiind legea de conservare a energiei. Aceasta înseamnă că impulsul total al particulelor implicate în interacție și energia totală (incluzând masa), vor fi aceleași înainte și după interacție. A treia simetrie este legată de orientarea în spațiu. Într-un proces de ciocnire nu contează

dacă particulele se apropie unele de altele pe direcția nord-sud sau est-vest. În consecință, momentul cinetic total de rotație (care include spinii particulelor) se conservă întotdeauna. În sfârșit, ultima lege de conservare se referă la sarcina electrică. Este legată de o operație de simetrie mai complicată, dar este foarte simplă ca formulare: sarcina electrică totală a particulelor implicate în interacție rămâne constantă.

Există mai multe legi de conservare corespunzătoare operațiilor de simetrie ce se desfășoară în spații matematice abstracte ca aceea legată de conservarea sarcinii. Unele din ele, atât cât știm astăzi, sunt valabile pentru toate interacțiile, altele doar pentru anumite interacții (pentru interacțiile tari și electromagnetice, dar nu și pentru cele slabe). Mărimile care se conservă sunt privite ca niște „sarcini abstracte”. Deoarece iau întotdeauna valori întregi (± 1 , ± 2 etc.) sau „semiîntregi” ($\pm 1/2$, $\pm 3/2$, $\pm 5/2$ etc.), sunt numite numere cuantice, prin analogie cu numerele cuantice din fizica atomică. În concluzie, fiecare particulă se caracterizează printr-un set de numere cuantice care, pe lângă masă, definesc complet proprietățile particulelor.

Hadronii, de exemplu, sunt caracterizați de anumite valori ale „izospinului” și „hipersarcinii”, două numere cuantice care se conservă în interacțiile tari. Dacă cei opt mezonii trecuți în tabelul din figura anterioară sunt aranjați după valorile celor două numere cuantice, ei se vor dispune după o schemă hexagonală cunoscută sub numele de „octetul mezonilor”. Acest aranjament prezintă un mare grad de simetrie; de exemplu, particulele și antiparticulele ocupă poziții opuse în hexagon – cele două particule din centru fiind propriile lor antiparticule. Cei mai ușori opt barioni formează exact aceeași diagramă, numită „octetul barionilor”. De această dată, însă, antiparticulele nu sunt conținute în octet, ci formează un „anti-octet” identic (vezi figura următoare, a). Barionul rămas în tabel, omega, aparține unei scheme diferite, numite „decupletul barionilor” (vezi figura următoare, b), împreună cu nouă particule de rezonanță. Toate particulele care aparțin unei diagrame de simetrie date

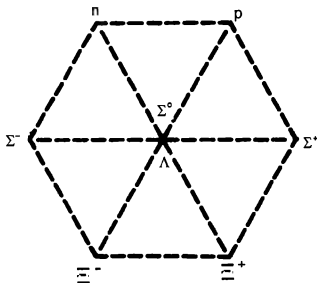
au numere cuantice identice, în afara izospinului și a hipersarcinii care, de altfel, le și indică pozițiile în schema din figură.



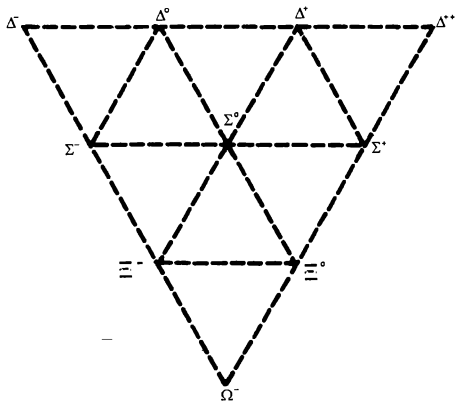
Octetul mezonilor.

De exemplu, toți mezonii din octet au spinul zero (nu se rotesc deloc în jurul axei proprii); barionii din octet au spinul $1/2$, iar cei din decuplet, $3/2$.

Numerele cuantice permit ordonarea particulelor în familii care formează elegante structuri simetrice, stabilirea locurilor ocupate de fiecare particulă în schema și clasificarea diferitelor interacții făcându-se în funcție de legile de conservare pe care le respectă. Se dovedește, astfel, utilitatea celor două concepte corelate – simetria și conservarea – în exprimarea regularităților specifice domeniului particulelor.



a



b

a – octetul barionilor; *b* – decupletul barionilor.

Surprinzător este faptul că aceste regularități pot fi reprezentate într-un mod extrem de simplu dacă se presupune că hadronii sunt constituiți dintr-un număr mic de entități elementare care până acum s-au sustras observației. Când le-a postulat existența, Murray Gell-Mann le-a dat numele bizar de „quark-uri”, pornind de la câteva cuvinte din nuvela lui James Joyce *Veghea lui Finnegan*, „Trei quark-uri pentru Muster Mark”. Gell-Mann a reușit să explice un mare număr de structuri hadronice, cum sunt octeții și decupletii prezentați mai sus, asociind numere cuantice celor trei quark-uri și trei antiquark-uri și apoi plasând aceste blocuri de construcție în variate combinații pentru a forma barioni și mezonii ale căror numere cuantice se obțin apoi prin simpla însumare a numerelor cuantice ale quark-urilor constituente. Din această perspectivă se poate spune că barionii sunt „compuși din” trei quark-uri, antiparticulele lor din antiquark-urile corespunzătoare, iar mezonii dintr-un quark și un antiquark.

Simplitatea și eficiența modelului sunt frapante, dar din momentul în care quark-urile sunt considerate constituenți fizici, reali, ai hadronilor apar mari dificultăți. Până acum nu s-a reușit spargerea hadronilor în quark-urile constituente, în ciuda bombardării lor cu particule accelerate la cele mai mari energii posibile, ceea ce arată că între quark-uri se exercită forțe extrem de puternice. După cum înțelegem astăzi particulele și interacțiile dintre ele, aceste forțe implică existența altor particule și deci quark-urile ar trebui să prezinte o structură, ca toate celelalte particule supuse interacțiilor tari. Dar, conform modelului despre care am vorbit, quark-urile nu au structură, sunt entități punctiforme. Datorită acestei dificultăți de principiu nu a fost posibil până acum să se formeze un model al quark-urilor care să explice simetria și forțele de legătură.

În ceea ce privește latura experimentală, în ultimul deceniu quark-urile au fost „vâdate” cu înfrigurare, dar până acum, fără succes. Dacă ar exista într-adevăr quark-uri de sine stătătoare, ar trebui să poată fi remarcate, căci conform modelului Gell-Mann, ar prezenta proprietăți stranii, cum ar fi sarcina electrică egală cu $1/3$ și respectiv $2/3$ din sarcina electronului, sarcini care nu au fost puse în evidență nicăieri în lumea particulelor. Până acum, în ciuda căutărilor intense,

nu au fost observate particule cu asemenea proprietăți. Eșecul repetat în ceea ce privește detectarea lor, adăugat contradicțiilor teoretice serioase, pune sub un mare semn de întrebare existența quark-urilor.

În schimb, în ceea ce privește explicarea regularităților pe care le evidențiază lumea particulelor, modelul quark-urilor continuă să fie un succes, chiar dacă nu mai este folosit în forma sa simplă, originală. În modelul lui Gell-Mann toți hadronii puteau fi constituiți din trei tipuri de quark-uri și din antiquark-rile corespunzătoare; dar în același timp, a fost necesar să se postuleze existența altor quark-uri pentru a explica marea varietate de structuri hadronice. Primele trei quark-uri au fost notate arbitrar cu *u*, *d* și *s* pentru *up* („sus“), *down* („jos“) și *strange* („straniu“). O primă extindere a modelului prin aplicarea ipotezei de quark întregului sistem de date pe care le deținem despre particule, a apărut ca o consecință a cerinței ca fiecare quark să apară în trei variante sau „culori“ diferite. Desigur că termenul „culoare“ este utilizat aici în mod cu totul arbitrar și nu are nimic de-a face cu noțiunea de culoare. Conform modelului quark-urilor colorate, barionii conțin trei quark-uri de diferite culori, în timp ce mezonii sunt compuși dintr-un quark și un antiquark de aceeași culoare.

Introducerea proprietății de culoare a crescut numărul total de quark-uri la nouă și recent a fost postulată existența unui alt quark care apare în trei culori. Fizicienii, cu obișnuita lor predilecție pentru denumiri bizare, l-au numit *c*, de la *charm* („farmec“). Astfel, s-a ajuns la un număr de douăsprezece quark-uri – patru tipuri, fiecare apărând în câte trei variante cromatice. Pentru a distinge tipurile de quark-uri de variantele de culoare, s-a introdus termenul de „aromă“ și astăzi se vorbește despre quark-uri de diferite arome și culori.

Marele număr de regularități ce pot fi descrise pe baza modelului acestor douăsprezece quark-uri este de-a dreptul impresionant*. Nu există nici o îndoială că hadronii

* Vezi *Postfața* pentru discuția detaliată a celor mai recente dezvoltări ale modelului quark-urilor.

prezintă „simetria de quark” și chiar dacă nivelul actual de înțelegere a particulelor și a interacțiilor dintre ele exclude existența fizică a quark-urilor, hadronii se comportă adesea de parcă ar fi compuși din constituenți elementari, punctiformi. În jurul modelului quark-urilor s-a creat o situație paradoxală care amintește de începuturile fizicii atomice, când situații nu mai puțin contradictorii i-au condus pe fizicieni la revoluționarea concepției lor despre atomi. Paradoxul quark-urilor are toate trăsăturile unui nou *koan* care ar putea conduce la o nouă răsturnare a concepțiilor privind domeniul particulelor subatomice. De fapt, răsturnarea de care am amintit nici nu este departe, după cum vom vedea în capitolele următoare. Câțiva fizicieni sunt pe cale să rezolve *koan*-ul quark-urilor și astfel, să lanseze *idei* cu totul noi despre natura realității fizice.

Descoperirea structurilor simetrice în lumea particulelor i-a determinat pe mulți fizicieni să creadă că aceste structuri reflectă legile fundamentale ale naturii. În ultimii 15 ani s-au făcut eforturi considerabile în direcția găsirii „simetriei fundamentale” ultime despre care se presupune că ar reuni sub incidența sa toate particulele cunoscute și astfel ar „explica” structura materiei. Acest scop reflectă o atitudine filosofică moștenită de la grecii antici și cultivată de-a lungul multor secole. Simetria, alături de geometrie, a jucat un rol important în știința, filosofia și arta greacă, fiind identificată cu frumusețea, armonia și perfecțiunea. Astfel, pitagoricienii considerau că structura simetrică reprezintă esența tuturor lucrurilor; Platon credea că atomii celor patru elemente au format corpurile solide regulate și cei mai mulți astronomi greci credeau că toate corpurile cerești se deplasează pe orbite circulare, deoarece cercul este figura geometrică cu simetria cea mai înaltă.

Atitudinea față de conceptul de simetrie caracteristică filosofiei orientale se află în contrast izbitor cu aceea a grecilor din antichitate. În tradițiile mistice din Extremul Orient apar adesea figuri simetrice care slujesc drept simboluri sau suport al meditației, dar conceptul de simetrie pare să nu joace un rol prea important în filosofia lor. Ele consideră că acest concept, ca și, geometria, este mai mult o construcție a mentalului decât o proprietate a naturii și, de

aceea, nu are importanță fundamentală. În consecință, în multe din formele artei se manifestă predilecție spre asimetrie și se evită formele geometrice regulate. Picturile chineze și japoneze inspirate de filosofia Zen, executate adesea în stilul numit „al unui singur colț”, ca și aranjarea neregulată a lespezilor de piatră în grădinile japoneze sunt dovezi ale acestui aspect al culturii Extremului Orient.

S-ar părea că goana după simetrii fundamentale în fizica particulelor este o reminiscență a moștenirii elene, într-un anume fel inconsistența cu concepția despre lume datorată științei moderne. Accentuarea simetriei nu reprezintă, totuși, singura caracteristică a fizicii particulelor. În contrast cu abordarea „statică” a simetriei, școala care pornește de la un punct de vedere „dinamic” în cercetarea realității nu consideră că particulele sunt elemente fundamentale ale naturii, ci își propune să le înțeleagă din perspectiva dinamicii și a interacției prezente la nivelul lumii atomice. Ultimele două capitole ale acestei cărți vor prezenta concepția total diferită despre simetrie și despre legile naturii pe care a elaborat-o această școală, descrisă până acum și se află în acord perfect cu filosofia orientală.

17 structuri ale schimbării

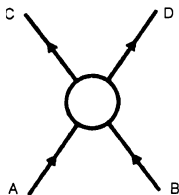
Explicarea în termenii unui model dinamic a relațiilor de simetrie care se manifestă în lumea particulelor, adică descrierea interacțiilor dintre ele, constituie una din sarcinile cele mai importante pentru fizica de azi. În ultimă instanță, problema se reduce la tratarea lor simultană dintr-o perspectivă dublă, cuantică și relativistă. Se pare că structurile de particule reflectă „natura cuantică” a acestora, căci respectivele structuri sunt similare celor întâlnite în domeniul atomilor. Dar particulele subatomice nu pot fi considerate unde și tratate din perspectivă exclusiv cuantică, deoarece energiile implicate sunt atât de mari încât impun luarea în considerare a teoriei relativității. Numai un model „cuan-tic-relativist” ar putea explica pe deplin simetria observată.

Teoria cuantică a câmpului a fost primul model de acest fel. El descrie excelent interacțiile electromagnetice dintre electroni și fotoni, dar mai puțin satisfăcător interacțiile tari*. Pe măsură ce au fost descoperite tot mai multe particule supuse interacțiilor tari, s-a dovedit că ipoteza existenței a câte unui câmp fundamental corespunzător fiecăreia dintre ele este total nesatisfăcătoare; când lumea particulelor s-a înfățișat ca o rețea complexă de procese intercorelate, a fost necesar să se găsească alte modele care să descrie această realitate dinamică, aflată în continuă

* Vezi *Postfața* pentru discuția detaliată a acestui aspect.

transformare. Era nevoie de un formalism matematic capabil să descrie în mod dinamic imensa varietate de structuri hadronice, continua lor transformare dintr-una în alta, interacția prin transferul altor particule, formarea unor „stări legate” din doi sau mai mulți hadroni și dezintegrarea cu formarea altor combinații de particule. Toate aceste procese, numite adesea „reacții”, reprezintă caracteristici esențiale ale interacțiilor tari și trebuie justificate în cadrul unui model cuantic-relativist al hadronilor.

Cel mai adecvat cadru teoretic pentru descrierea hadronilor și a interacțiilor lor pare a fi așa-numita „teorie a matricei S”. Conceptul-cheie, acela de „matrice S”, a fost propus de Heisenberg în 1943; în ultimele două decenii el a fost dezvoltat și a devenit o structură matematică complexă, ideală pentru descrierea interacțiilor tari. Matricea S reunește probabilitățile tuturor reacțiilor posibile între hadroni. Numele și-l datorează faptului că întregul ansamblu de reacții hadronice posibile poate fi imaginat ca o structură matriceală infinită. Litera S este o reminiscență a numelui original „matrice de împrăștiere”^{*} și se referă la procesele de ciocnire – sau „împrăștiere” – care reprezintă majoritatea reacțiilor în care sunt implicate particule.

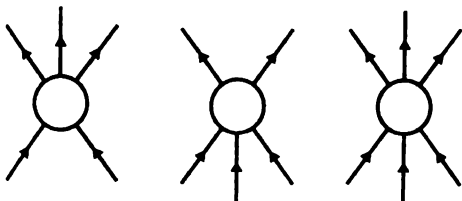


În practică, evident că nimeni nu va fi interesat de întreaga colecție de procese hadronice, ci doar de anumite reacții. De aceea, nimeni nu va opera cu matricea întreagă, ci numai cu acele părți sau „elemente” ale ei care se referă la procesele considerate. Acestea sunt reprezentate simbolic prin dia-

grame, ca cea alăturată, care ilustrează schematic una din cele mai generale reacții: două particule A și B se ciocnesc. În urma ciocnirii rezultând particulele C și D.

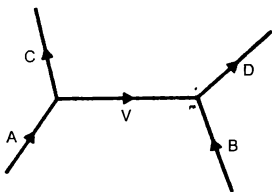
^{*} În engleză, *scattering* (N.T.)

Procese mai complicate implică un număr mai mare de particule și sunt reprezentate prin diagrame ca următoarele:



Trebuie subliniat faptul că diagramele de tip matrice S sunt complet diferite de diagramele Feynman din teoria câmpului. Ele nu spun nimic despre mecanismul detaliat al reacției, ci specifică doar particulele care intră și ies din reacție. Iată, de exemplu, procesul standard $A + B \rightarrow C \pm D$ poate fi reprezentat în teoria câmpului prin schimbul unei particule virtuale V , în timp ce în formalismul matricei S se desenează numai un cerc, fără a se specifica ce se petrece în interiorul său. În plus, diagramele formalismului matricei S nu sunt diagrame spațiu-timp, ci doar reprezentări simbolice ale reacțiilor în care sunt implicate particulele. Nu se consideră că aceste reacții se desfășoară în puncte bine definite; ele sunt descrise în termenii vitezelor (mai precis, în termenii impulsurilor) particulelor incidente și în termenii energiilor lor.

Aceasta înseamnă, evident, că o diagramă din teoria matricei S conține mult mai puțină informație decât o dia-



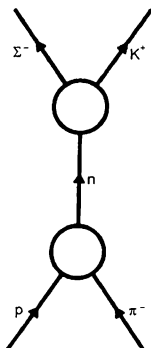
gramă Feynman. În schimb, teoria matricei S evită dificultățile specifice teoriei câmpului. Efectele combinate ale teoriei cuantice și ale teoriei relativității fac imposibilă localizarea precisă a unei interacții între anumite particule cunoscute. În virtutea principiului de nedeterminare, gradul de incertitudine în stabilirea vitezei particulei crește cu creșterea preciziei de localizare a regiunii în care se produce interacția, și, în consecință, crește astfel și imprecizia de stabilire a energiei sale cinetice. În cele din urmă, această energie va fi suficientă pentru ca, în conformitate cu teoria relativității, să fie create noi particule și, prin urmare, nu se mai poate ști sigur dacă este vorba despre reacția originală. De aceea, într-o teorie care combină teoria cuantică și teoria relativității este imposibil să se specifice cu certitudine poziția unei anumite particule. Dacă acest lucru se realizează totuși, așa ca în teoria câmpului, atunci trebuie să ne resemnăm cu ideea existenței contradicțiilor matematice care reprezintă, într-adevăr, principala problemă a teoriilor cuantice de câmp. Teoria matricei S elimină această problemă specificând impulsurile particulelor și păstrând un grad suficient de ambiguitate în privința indicării zonei în care se produce reacția.

Importanța teoriei matricei S rezidă în faptul că ea determină deplasarea atenției de la obiecte spre evenimente; ea se ocupă în principal de reacțiile particulelor, nu de particulele însele. Deplasarea interesului înspre evenimente este cerută atât de teoria cuantică cât și de teoria relativității. În cadrul teoriei cuantice s-a arătat că o particulă subatomică trebuie înțeleasă ca manifestare a interacției între diversele procese de măsurare. Nu este vorba atât despre un obiect izolat, cât despre o întâmplare – altfel spus, eveniment – care corelează într-un anume fel alte evenimente. Așa cum spune Heisenberg,

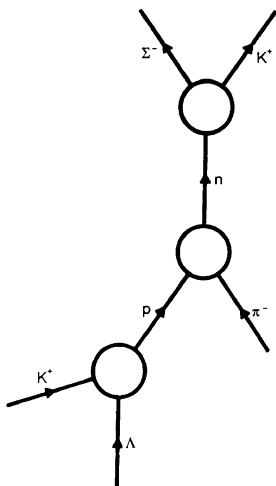
Fizica modernă împarte lumea nu în grupe diferite de obiecte, ci în grupe diferite de corelații... Ceea ce se poate distinge este tipul de conexiune, de primă importanță pentru un fenomen... Lumea ne apare astfel ca o rețea complicată de evenimente, în care conexiuni de

diferite tipuri alternează, se suprapun, sau se combină și determină astfel aspectul întregului.¹

Teoria relativității ne-a determinat să concepem particulele din perspectiva spațiu-timpului, ca pe niște entități cvadridimensionale, mai degrabă procese decât obiecte. Abordarea în cadrul formalismului matricei S reunește ambele puncte de vedere. Utilizând aparatul matematic al teoriei relativității, acest formalism descrie toate proprietățile hadronilor în termenii reacțiilor (mai precis, în termenii probabilităților de reacție), stabilind o relație între particule și procese. Orice reacție implică particule care leagă reacția



(a)



(b)

respectivă de alte reacții și astfel configurează o întreagă rețea de procese interdependente.

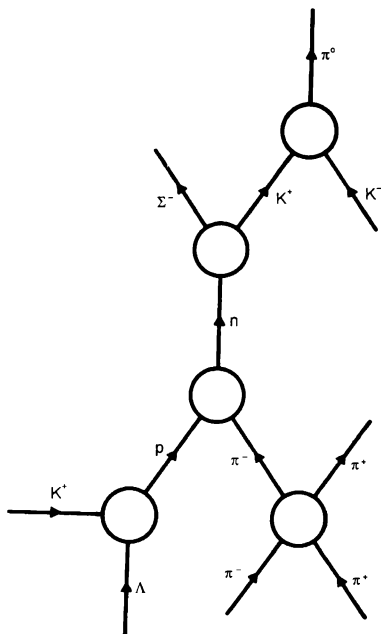
De exemplu, un neutron poate participa la două reacții succesive care implică particule diferite; prima, un proton și o particulă π^- , a doua, o particulă Σ^- și un K^+ . Neutronul este legătura dintre aceste două reacții pe care el le integrează într-un proces mai amplu (vezi diagrama (a) de la pagina anterioară). Fiecare particulă inițială și finală este implicată la rândul ei în alte reacții; de exemplu, protonul poate rezulta în urma interacției dintre K^+ și o particulă Λ ; K^+ , din reacția care face obiectul discuției, poate fi legată de un K^- și un π^0 ; iar π^- de alți trei pioni (vezi diagrama (b) de la pagina anterioară).

Astfel, neutronul este văzut ca o parte dintr-o întreagă rețea de interacții, dintr-un „țesut de evenimente“, toate descrise de matricea S. Intercorelările într-o asemenea rețea nu pot fi determinate cu certitudine, dar sunt descrise prin probabilități. Fiecare reacție are o anumită probabilitate de apariție, probabilitate care depinde de cantitatea de energie disponibilă și de caracteristicile reacției; aceste probabilități sunt date de diferitele elemente ale matricei S.

Acest mod de abordare ne permite să definim structura unui hadron într-un mod pe de-a-ntregul dinamic. Neutronul din rețeaua noastră poate fi privit ca o „stare legată“ a protonului și a particulei π^- din care se formează și, de asemenea, ca stare legată a Σ^- și K^+ în care se dezintegrează. Din orice asemenea combinație de hadroni, ca și din multe altele, se poate forma un neutron și reciproc, se poate spune că aceste combinații sunt componentele „structurii“ neutronului. De aceea, structura unui hadron nu este înțeleasă ca un aranjament de părți constituente, ci este dată de toate combinațiile posibile de particule care pot interacționa spre a forma hadronul în discuție.

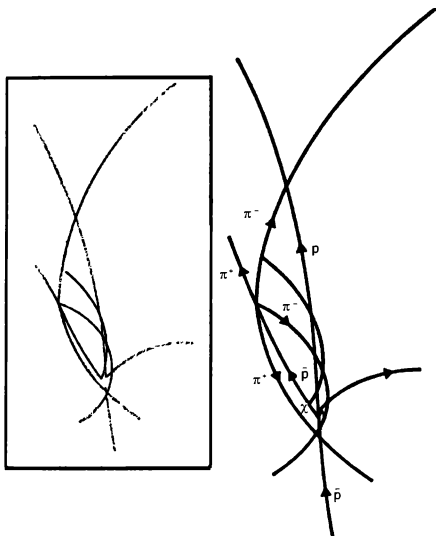
Astfel, un proton există potențial ca o pereche neutron-pion, ca o pereche kaon-lambda ș.a.m.d. Protonul are, de asemenea, capacitatea de a se dezintegra în oricare din aceste combinații, dacă primește suficientă energie. Tendințele hadronului de a exista în numeroase variante sunt exprimate prin probabilitatea reacțiilor respective, toate fiind considerate aspecte ale structurii interne a hadronului.

Definind structura unui hadron ca tendință de a suporta diferite reacții, teoria matricei S conferă conceptului de structură o conotație dinamică. În același timp, noțiunea de structură astfel definită se află în acord perfect cu observațiile experimentale. Ori de câte ori hadronii suferă ciocniri la energii înalte, ei se deziintegrează în combinații de



alți hadroni; se poate spune astfel că ei „conțin” potențial respectivele combinații de hadroni. Fiecare particulă rezultată în urma unei ciocniri va determina la rândul ei alte reacții, edificând astfel un păienjeniș de evenimente ce poate fi fotografiat în camera cu bule. Figura de mai jos este, ca și acelea din capitolul 15, un exemplu de asemenea rețea de reacții.

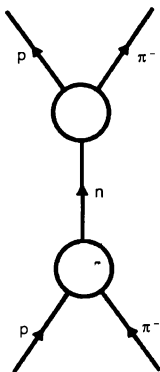
Deși apariția unei anumite rețele de reacții într-un experiment este o chestiune de șansă, toate rețelele sunt



Rețea de reacții implicând protoni, antiprotoni, o pereche lambda-antilambda și mai mulți pioni.

structurate după legi precise. Acestea sunt legile de conservare menționate anterior; se pot produce numai acele reacții care respectă conservarea unui set bine precizat de numere cuantice. În primul rând, energia totală trebuie să rămână constantă în orice reacție. Aceasta înseamnă că într-o reacție se poate forma o anumită combinație de particule numai dacă energia intrată în reacție este suficient de mare pentru a putea produce respectivele mase. Mai mult decât atât, particulele rezultate în urma reacției trebuie să însumeze un număr cuantic egal cu cel al particulelor intrate în reacție. De exemplu, un proton și o particulă π^- , totalizând o sarcină electrică egală cu zero, se pot ciocni pentru a forma un neutron și un π^0 , dar nu o pereche neutron- π^+ , căci aceasta din urmă ar totaliza o sarcină electrică egală cu +1.

Așadar, reacțiile hadronice nu sunt altceva decât un șuvoi de energie în care se creează și se dizolvă particule; dar energia poate curge numai prin anumite „canale” caracterizate prin numere cuantice ce se conservă în interacțiile tari. În teoria matricei S conceptul fundamental este cel de canal de reacție și nu cel de particulă. El este definit ca un set de numere cuantice ce pot caracteriza numeroase combinații de hadroni sau, uneori, chiar un singur hadron. Combinația de hadroni corespunzătoare unui anumit canal este determinată de probabilitate, dar depinde în primul rând de energia disponibilă. Diagrama alăturată reprezintă interacția dintre un proton și un π^- în urma căreia se formează ca stare intermediară un neutron. Astfel, canalul de reacție se compune mai întâi din doi hadroni, apoi dintr-unul singur și în final din perechea



inițială de hadroni. Același canal poate fi alcătuit, dacă există energia necesară, dintr-o pereche $\Lambda-K^0$, o pereche Σ^-K^+ și din alte variate combinații.

Noțiunea de canal de reacție se potrivește în special particulelor de rezonanță, acei hadroni cu viață extrem de scurtă, caracteristici pentru interacțiile tari. Sunt fenomene atât de efemere încât, la început, fizicienii au ezitat să le clasifice printre particule și chiar și astăzi clarificarea proprietăților lor constituie una din sarcinile majore în fizica experimentală a energiilor înalte. Particulele de rezonanță se formează în procesele de ciocnire ale hadronilor și se dezintegrează aproape imediat. Nu pot fi vizualizate în camerele cu bule, dar prezența lor poate fi pusă în evidență datorită unei comportări foarte speciale a probabilităților de reacție. Probabilitatea ca la ciocnirea a doi hadroni să se producă o reacție – adică o interacție între cei doi – depinde de energia pusă în joc. Dacă se modifică energia, se va modifica și probabilitatea; poate să crească sau să scadă cu creșterea energiei, în funcție de detaliile reacției. Totuși, pentru anumite valori ale energiei, se observă o creștere bruscă și pronunțată a probabilității de reacție; este mult mai probabil ca reacția să se producă la aceste valori ale energiei, decât la altele. Creșterea bruscă și pronunțată a valorilor probabilității este asociată cu formarea unui hadron intermediar cu viață foarte scurtă și cu masă corespunzătoare energiei pentru care se observă saltul valorii probabilității.

Motivul pentru care aceste stări hadronice cu viață scurtă sunt numite rezonanțe este legat de posibila analogie cu binecunoscutul fenomen de rezonanță întâlnit în studiul vibrațiilor. În cazul sunetului, de exemplu, aerul dintr-o cavitate va da un răspuns slab excitației produse de o undă sonoră din exterior, dar va „intra în rezonanță“, adică va vibra puternic, dacă unda sonoră ar atinge un anumit nivel de frecvență, numit frecvență de rezonanță. Canalul de reacție hadronică poate fi comparat cu o cavitate rezonantă, deoarece energia de ciocnire a hadronilor este legată de frecvența undei de probabilitate corespunzătoare. În momentul în care această energie, sau frecvență, atinge o anumită valoare, canalul intră în rezonanță; vibrațiile undei de probabilitate devin brusc foarte

puternice și provoacă o creștere considerabilă a probabilității de reacție. Cele mai multe canale de reacție prezintă mai multe energii de rezonanță, fiecare corespunzând masei unei stări hadronice intermediare efemere formată atunci când energia particulelor care se ciocnesc atinge valoarea de rezonanță.

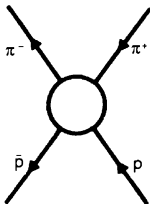
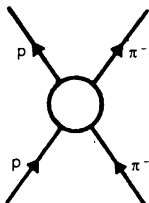
În cadrul teoriei matricei S dilema legată de dreptul de a denumi rezonanțele „particule”, nu are sens. Toate particulele sunt văzute ca stări intermediare într-o rețea de reacții și faptul că rezonanțele trăiesc un timp mult mai scurt decât alte particule nu le distinge fundamental de acestea. De fapt, termenul de „rezonanță” este foarte potrivit. El se aplică atât fenomenului care se produce pe canalul de reacție, cât și hadronului format în cadrul respectivului proces și demonstrează legătura strânsă dintre particule și reacții. Rezonanța este particulă, dar nu este obiect. Ea este mai curând un eveniment, o operație sau o întâmplare.

Acest mod de a descrie hadronii în fizica particulelor amintește de cuvintele lui D. T. Suzuki*: „Budiștii concep obiectele ca pe evenimente și nu ca pe lucruri sau substanțe”. Ceea ce adepții budiști au realizat pe calea experienței mistice a fost acum redescoperit de știința modernă prin intermediul experimentului și al teoriilor fundamentate matematic.

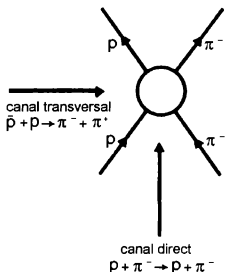
Descrierea tuturor hadronilor ca stări intermediare într-o rețea de reacție necesită luarea în considerare a tuturor forțelor de interacție. Este vorba de forțele prin care se manifestă interacțiile tari și care „împrăștie” hadronii ce se ciocnesc, îi dizolvă și îi rearanjează în structuri diferite, cuplând grupuri de hadroni pentru a da naștere unor stări legate intermediare. În teoria matricei S , ca și în teoria câmpului, forțele de interacție sunt asociate cu particulele, iar conceptul de particulă virtuală nu apare. În schimb, relația dintre forțe și particule se bazează pe o anumită proprietate a matricei S , numită *crossing*** Spre a ilustra această proprietate, să considerăm diagrama următoare care simbolizează interacția dintre un proton și un p^-

* Vezi capitolul 13, pag. 203.

** Intersecție, încrucișare (N.T.)



Dacă diagrama este rotită cu 90° și dacă menținem convenția pe care am adoptat-o mai înainte, conform căreia săgețile îndreptate în jos semnifică antiparticule, noua diagramă va reprezenta o reacție între un antiproton ($\bar{p}$) și un proton (p) din care rezultă o pereche de pioni, particula π^+ fiind antipartícula lui π^- din reacția inițială.



Proprietatea de *crossing* a matricei S se referă la faptul că ambele procese sunt descrise de același element de matrice. Asta înseamnă că cele două diagrame reprezintă două aspecte, sau două „canale” diferite, ale aceleiași reacții* Fizicienii sunt obișnuiți să treacă de la un canal la altul și, în

* De fapt, diagrama poate fi rotită în continuare, iar liniile pot fi „traversate” pentru a obține procesele diferite descrise de același element de matrice. Fiecare element reprezintă în același timp 6 procese diferite, dar numai cele două menționate mai sus sunt relevante pentru discuția forțelor de interacție.

loc să rotească diagramele, le citesc de jos în sus și de la stânga la dreapta și se referă la „canalul direct” și „canalul transversal”. Astfel, reacția din exemplul nostru se citește $p + \pi^- \Rightarrow p + \pi^-$, pe canal direct, și $p^- + p \Rightarrow \pi^- + \pi^+$, pe canal transversal.

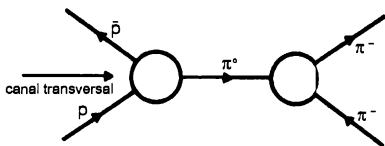
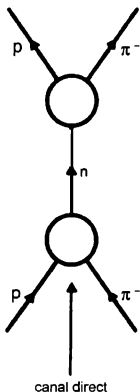
Legătura dintre forțe și particule se stabilește prin stările intermediare din cele două canale. În canalul direct din exemplul nostru, protonul și π^- pot forma un neutron intermediar, în timp ce canalul transversal poate fi format dintr-un pion intermediar neutru (π^0). Acest pion – starea intermediară în canalul direct – este interpretat ca manifestare a forței ce acționează în canalul direct cuplând protonul și π^- pentru a forma un neutron. Astfel, este nevoie de ambele canale pentru a asocia forțele cu particulele; ceea ce într-un canal se manifestă ca forță, în celălalt se manifestă ca particulă intermediară.

Deși trecerea de la un canal la altul se face din punct de vedere matematic relativ simplu, este foarte dificil – dacă nu chiar imposibil – să ne formăm o imagine intuitivă a acestei situații. Aceasta deoarece conceptul de *crossing* este un concept relativist apărut în contextul formalismului spațiului cvadridimensional al teoriei relativității și, de aceea, foarte dificil de vizualizat. O situație similară apare în teoria câmpului unde forțele de interacție se manifestă ca un schimb de particule virtuale.

De fapt, diagrama care reprezintă pionul intermediar pe canalul transversal este o reminiscență a diagramelor Feynman care ilustrează aceste schimburi de particule* și – într-o exprimare vagă – protonul și π^- interacționează „schimbând un π^0 ”. Asemenea cuvinte sunt deseori utilizate de fizicieni, dar ele nu descriu complet situația. O descriere adecvată nu poate fi făcută decât cu referire la canale

* Nu trebuie, totuși, pierdut din vedere faptul că diagramele formalismului matricei S nu sunt diagrame spațio-temporale, ci reprezentări simbolice ale reacțiilor suferite de particule. Trecerea de la un canal la altul are loc într-un spațiu matematic abstract.

directe și transversale, adică făcând apel la concepte abstracte imposibil de vizualizat.



În ciuda formalismului diferit, noțiunea generală de forță de interacție în teoria matricei S este similară aceleia desprinsă din teoria câmpului. În cadrul ambelor teorii se arată că forțele se manifestă ca particule ale căror mase

determină raza de acțiune a forței* și că ele sunt proprietăți ale particulelor angajate în interacție; ele reflectă structura norilor virtuali ai particulelor, despre care se vorbește în teoria câmpului, iar în teoria matricei S sunt generate de stările legate ale particulelor care interacționează. Asemănarea cu concepția orientală despre forțe, expusă anterior, este valabilă pentru ambele teorii. Mai mult, această concepție asupra forțelor de interacție conține concluzia importantă că toate particulele cunoscute trebuie să aibă o structură internă, căci numai atunci pot interacționa cu observatorul și pot fi detectate. După cum spune Geoffrey Chew, unul din principalii arhitecți ai teoriei matricei S, „Asupra unei particule cu adevărat elementare – lipsită complet de structură internă – nu poate acționa nici o forță care ne-ar putea ajuta să punem în evidență respectiva particulă. S-ar putea spune că informația esențială în legătură cu existența particulelor ar fi aceea că ele posedă structură internă!”².

Avantajul deosebit al formalismului matricei S constă în faptul că permite descrierea „schimbului” unei întregi familii de hadroni. După cum am menționat în capitolul anterior, hadronii se clasifică în grupe ale căror membri posedă proprietăți identice cu excepția masei și a spinului. În formalismul inițial propus de Tullio Regge fiecare grupă era formată dintr-un singur hadron care admitea diferite stări excitate. În ultimii ani formalismul Regge a fost încorporat în teoria matricei S și, astfel, s-au obținut succese în descrierea reacțiilor hadronice. A fost cea mai importantă dezvoltare a teoriei matricei S și, s-ar putea spune, primul pas pe calea explicării în termeni dinamici a structurilor de particule.

În cadrul teoriei matricei S se pot descrie din perspectivă dinamică structurile hadronice, forțele prin intermediul cărora interacționează doi sau mai mulți hadroni și câteva dintre structurile pe care ei le determină, fiecare hadron fiind considerat drept componentă a unei rețele inseparabile de reacții. Sarcina cea mai grea o reprezintă în teoria matricei S justificarea, pe baza concepției dinamice, a simetriilor

* Vezi capitolul 14, pag. 218, 219.

răspunzătoare de structurile pe care le determină hadronii și de legile de conservare amintite în capitolul anterior. Într-o asemenea teorie, elementele matricei S ar corespunde reacțiilor permise de legile de conservare; simetriile hadronilor ar fi reflectate de forma matricei S . În acest fel, respectivele legi n-ar mai avea statutul de legi empirice, ci pe acela de consecințe ale formei matricei S și, de aceea, de consecințe ale caracterului dinamic al hadronilor.

În prezent, fizicienii încearcă să rezolve această sarcină ambițioasă postulând câteva principii generale care restrâng posibilitățile matematice de definire a elementelor matricei S și îi stabilesc acesteia o anumită formă. Până acum au fost stabilite trei asemenea principii. Primul este sugerat de *teoria relativității* și de exprimarea macroscopică a spațiului și timpului. El stabilește că probabilitățile de reacție (deci elementele matricei S) trebuie să fie independente de dispunerea spațio-temporală a aparaturii de observare, de orientarea acesteia în spațiu și de starea de mișcare a observatorului. După cum s-a arătat în capitolul anterior, independența față de schimbarea orientării și a dispunerii în spațiu și timp implică conservarea momentului cinetic de rotație, a impulsului și a energiei în reacție. Aceste relații de „simetrie” sunt esențiale în cercetarea științifică. Dacă rezultatele unui experiment n-ar fi reproductibile (s-ar modifica în funcție de poziția în spațiu și de momentul de timp), atunci rezultatele investigației științifice, așa cum le cunoaștem noi azi, n-ar avea nici o valoare. În sfârșit, ultima cerință – aceea ca rezultatele experimentului să nu depindă de starea de mișcare a observatorului – constituie principiul relativității, însăși baza teoriei relativității.

Al doilea principiu general este sugerat de *teoria cuantică*. El afirmă că producerea unei anumite reacții nu poate fi prezisă cu certitudine, ci doar în termeni probabilistici și, în plus, că suma probabilităților tuturor situațiilor posibile – inclusiv aceea a non-interacției între particule – trebuie să fie egală cu 1. Cu alte cuvinte, putem fi siguri că se va petrece unul din următoarele două evenimente: particulele vor interacționa sau nu vor interacționa. Această afirmație

aparent banală constituie, în fapt, un principiu puternic, numit „al logicii unitare“, care restrânge drastic posibilitatea de construire a elementelor matricei S.

Al treilea – și ultimul – principiu, este legat de noțiunile de cauză și efect și este cunoscut sub numele de *principiul cauzalității*. El afirmă că energia și impulsul sunt transferate la distanță numai de către particule și că acest transfer se poate produce numai în așa fel încât o particulă să poată fi creată într-o reacție și distrusă în alta și numai dacă ultima reacție îi succede primei reacții. Formularea matematică a principiului de cauzalitate implică faptul că matricea S depinde lejer de energiile și impulsurile particulelor implicate în reacție, cu excepția acelor valori la care devine posibilă crearea de noi particule. Pentru aceste valori forma matematică a matricei S se modifică drastic; se petrece ceea ce matematicienii numesc „singularitate“. Fiecare canal de reacție conține mai multe singularități, ceea ce înseamnă că fiecărui canal îi corespund mai multe valori ale energiei și impulsului care permit crearea de noi particule. „Energiiile de rezonanță“ deja menționate sunt exemple în acest sens.

Faptul că matricea prezintă singularități reprezintă o consecință a principiului de cauzalitate, dar localizarea singularităților nu poate fi determinată pe baza acestui principiu. Valorile energiei și impulsului la care se pot crea particule diferă de la un canal de reacție la altul și depind de masele și celelalte proprietăți ale particulelor create. Așadar, localizarea singularităților reflectă proprietățile particulelor; atâta timp cât toți hadronii pot fi creați în reacții, singularitățile matricei S reflectă toate simetriile și structurile hadronilor.

Teoria matricei S își propune în principal să stabilească singularitățile plecând de la principiile generale. Până acum n-a fost posibil să se construiască un model matematic care să satisfacă toate cele trei principii; pe de altă parte, este posibil ca aceste principii să determine toate proprietățile matricei S – și deci, toate proprietățile hadronilor – în mod unic*. Dacă se va dovedi că lucrurile stau așa,

* Această ipoteză, cunoscută sub numele de ipoteza *bootstrap*, va fi expusă detaliat în capitolul următor.

implicațiile filosofice ale unei asemenea teorii ar fi cu totul remarcabile. Toate cele trei principii sunt legate de metodele de observare și măsurare, cu alte cuvinte de metoda științifică. Dacă ele sunt suficiente pentru a determina structura hadronilor, înseamnă că structurile de bază ale lumii fizice sunt determinate, în ultimă instanță, de modul în care privim noi această lume. O modificare esențială a metodei de observare ar conduce la o altă formă a matricei S și, deci, la o cu totul altă structură a hadronilor.

O astfel de teorie a particulelor subatomice arată că este cu neputință să se separe observatorul de observabilă, fapt menționat deja în legătură cu teoria cuantică; în final, că structurile și fenomenele pe care le observăm în natură nu sunt nimic altceva decât creații ale mentalului nostru înclinat spre evaluare și clasificare.

Dogma orientală afirmă că lucrurile stau într-adevăr așa. Misticii din Orient ne repetă mereu și mereu că lucrurile și evenimentele pe care le percepem sunt creații ale minții noastre, născute dintr-o stare particulară a conștiinței, care dispar dacă această stare este depășită. În hinduism se arată că mentalul uman aflat sub imperiul *maya* creează formele și structurile care ne înconjoară și consideră iluzie tendința de a le atașa semnificații profunde. Budiștii numesc această iluzie *avidya*, ignoranță, și o văd ca pe o stare deviată a mentalului. După cum spune Ashvaghosha,

*Ignoranța și particularizarea apar atunci când nu este recunoscută unitatea lumii, și tot astfel apar stările deviate ale mentalului... Nici un fenomen nu este decât manifestarea iluzorie a minții noastre; el nu are o realitate proprie.*³

Aceasta este, de asemenea, și tema care revine constant în textele școlii budiste *yogacara*, care afirmă că toate formele pe care le percepem sunt „proiecții ale mentalului”, „umbre” ale gândurilor:

Discriminarea face să răsară din mintea noastră nenumărate lucruri... Oamenii consideră că acestea formează lumea exterioară... Dar ceea

*ce pare a se afla în exterior nu există în realitate; multiplicitatea nu este decât lumea gândului; trupul, posesiunile materiale – toate acestea, vă spun, se află numai în lumea gândului.*⁴

În fizica particulelor, stabilirea structurilor hadronice pe baza principiilor generale ale teoriei matricei S constituie o sarcină dificilă și până acum nu s-au făcut decât pași mici în această direcție. Totuși, nu trebuie desconsiderată posibilitatea ca proprietățile particulelor subatomice să fie într-o zi determinate pe baza principiilor generale și să se dovedească astfel că sunt dependente de metoda științifică. Acesta ar putea fi aspectul esențial al viitoarelor teorii ale electromagnetismului, interacțiilor slabe și gravitaționale – iată o ipoteză seducătoare! Dacă se va dovedi adevărată, atunci fizica modernă va fi parcurs un drum lung pentru a ajunge la ideile susținute de înțelepții din Orient – și anume că structurile lumii fizice sunt *maya*, „proiecții ale gândurilor”.

Teoria matricei S se apropie de gândirea orientală atât în ceea ce privește concluziile finale, cât și în ceea ce privește viziunea generală asupra materiei. Ea descrie lumea subatomică a particulelor ca pe o rețea dinamică de evenimente și evidențiază schimbarea și transformarea în locul entităților fundamentale. În Orient, această atitudine se manifestă cu precădere în filosofia budistă care afirmă că toate lucrurile au caracter dinamic, sunt trecătoare și iluzorii. Iată ce spune în acest sens S. Radhakrishnan:

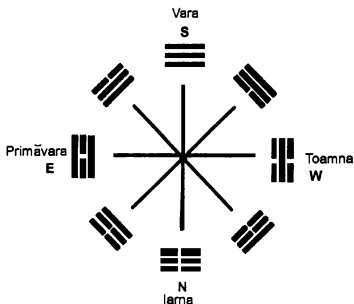
*Cum ajungem oare să gândim despre lucruri și nu despre fluxul de procese? Închizând ochii în fața succesiunii evenimentelor. Această atitudine artificială fracționează fluxul transformării și numește fragmentele – lucruri... Când vom cunoaște adevărul, atunci vom înțelege cât de absurd este să idolatrizăm aceste produse izolate ale seriei neîntrerupte de transformări, de parcă ar fi reale. Viața nu este o stare izolată, ci o continuă mișcare, o continuă transformare.*⁵

Atât fizicianul contemporan, cât și misticul oriental s-au convins că toate fenomenele acestei lumi a permanentei transformări sunt corelate dinamic. Adepții hinduismului și ai budismului văd în această corelație o lege cosmică, legea *karma*, dar în general nu se preocupă de vreo structură anumită din cadrul rețelei universale de evenimente. Filosofia chineză, care accentuează la rândul ei mișcarea și transformarea, a dezvoltat noțiunea de structură dinamică ce se formează și dispare în mod continuu în fluxul cosmic al lui *Tao*. În *I Ching*, Cartea Schimbărilor, aceste structuri sunt integrate într-un sistem de simboluri arhetipale, așa-numitele hexagrame.

Principiul care ordonează aceste structuri în *I Ching* este jocul complementarelor *yin* și *yang*. *Yang* este reprezentat printr-o linie continuă (—), *yin* printr-o linie întreruptă (— —). Întregul sistem de hexagrame este construit în mod natural cu aceste două linii. Combinându-le în perechi se obțin patru configurații și adăugând câte o a treia linie fiecărei configurații se obțin opt „trigrame”:

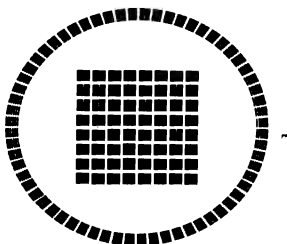


În China antică se credea că aceste trigrame reprezintă toate situațiile cosmice și umane posibile. Li s-au dat nume care să reflecte caracteristicile lor de bază – „Creativitate”, „Receptivitate”, „Dezvoltare” etc. – și au fost asociate cu imagini din natură și din viața socială. Simbolizau cerul, pământul, tunetul apa etc., ca și pe membrii familiei: tatăl, mama, trei fii și trei fiice. Erau asociate punctelor cardinale și anotimpurilor și erau adesea dispuse grafic, după cum este redat în figura următoare:



În această configurație, cele opt trigrame sunt dispuse pe un cerc, urmând „ordinea naturală” în care au fost generate, începând de sus (acolo unde chinezii plasează sudul); primele patru trigrame se află în stânga, iar celelalte patru în dreapta. Această configurație prezintă simetrie de grad înalt deoarece în trigramele opuse liniile *yin* și *yang* se substituie una alteia.

Pentru a mări numărul de diagrame s-au combinat cele opt trigrame plasându-se una deasupra celeilalte. Au



Două modalități de dispunere a celor 64 de hexagrame.

rezultat astfel 64 de hexagrame compuse fiecare din câte șase linii continue și/sau întrerupte. Hexagramele au fost dispuse în configurații regulate, dintre care cele prezentate în continuare sunt cele mai cunoscute: un pătrat cu laturile compuse din opt hexagrame și un cerc care prezintă același grad de simetrie ca și cercul format din opt trigrame.

Cele 64 de hexagrame sunt arhetipurile cosmice aflate la baza utilizării cărții *I Ching* drept oracol. Pentru a interpreta o hexagramă trebuie să fie luate în considerare semnificațiile celor două trigrame din care este compusă. De exemplu, atunci când trigrama „Trezirea” este dispusă deasupra trigramei „Receptivitate”, hexagrama rezultată semnifică întâlnirea dintre acțiune și devotament, ceea ce generează „Entuziasm”; acesta este chiar numele care i s-a și dat hexagramei.



Trezire



Receptivitate



Entuziasm

Hexagrama „Progresului”, pentru a da un alt exemplu, este formată din trigrama „Urcuș” aflată deasupra „Receptivității”, ceea ce trimite la imaginea Soarelui răsărind deasupra Pământului, simbol al progresului ușor și rapid.



Urcuș



Receptivitate



Progres

În *I Ching* trigramele și hexagramele reprezintă formele de manifestare ale lui *Tao*, generate de dinamica *yin-yang* și reflectate de toate situațiile cosmice și umane.

Ele nu sunt structuri statice, ci sunt stadii în procesul curgerii continue și al transformării. Este ideea de bază a *Cărții Schimbărilor*, sugerată chiar în titlul ei. Toate lucrurile acestei lumi și toate situațiile posibile sunt supuse schimbării și transformării și tot așa se întâmplă și cu imaginile lor, trigramele și hexagramele. Ele se află într-o permanentă stare de tranziție; una se transformă în alta, liniile continue se frâng, liniile întrerupte se unesc.

Datorită noțiunii de structură dinamică generată de schimbare și transformare, *I Ching* este, poate, abordarea mistică orientală cea mai apropiată de teoria matricei S. Ambele sisteme pun accent mai degrabă pe procese decât pe obiecte. În cadrul teoriei matricei S, procesele sunt reacții ale particulelor care generează toate fenomenele posibile în domeniul hadronilor. În *I Ching*, procesele fundamentale sunt numite „schimbări” și sunt considerate esențiale pentru înțelegerea tuturor fenomenelor naturale:

*Perceperea transformării i-a făcut pe înțelepți
să atingă profunzimile conștiinței și să afle
germenii cunoașterii.*⁶

Aceste schimbări nu sunt privite ca niște legi fundamentale impuse lumii fizice, ci – așa cum spune Hellmut Wilhelm – ca „tendințe interioare de evoluție naturală și spontană”⁷. Aceeași afirmație este valabilă și pentru „schimbările” din lumea particulelor. Acestea reflectă, și ele, tendințe interne exprimate, în cadrul teoriei matricei S, prin probabilități de reacție.

Transformarea din domeniul hadronilor generează structuri și configurații simetrice reprezentate simbolic prin intermediul canalelor de reacție. Nici structurile și nici relațiile de simetrie nu sunt considerate caracteristici

fundamentale ale acestei lumi, ci doar consecințe ale caracterului dinamic al particulelor, adică ale tendinței generale de schimbare și transformare.

Și în *I Ching* schimbarea generează structuri, trigramele și hexagramele. Ca și canalele de reacție, acestea sunt reprezentări simbolice ale structurilor schimbării. Așa cum energia curge prin canalele de reacție, tot așa „schimbările” curg de-a lungul liniilor hexagramelor.

*Destrămare, mișcare neîncetată
Revărsându-se printre cele șase linii întrerupte,
Ridicându-se și afundându-se fără să urmeze
vreo lege,*

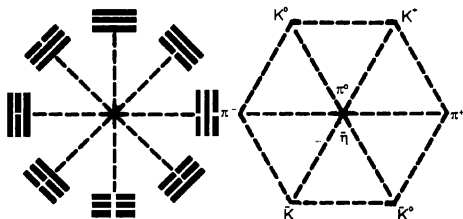
Aici numai schimbarea poruncește.⁸

Conform concepției chineze, toate lucrurile și toate fenomenele din jurul nostru sunt generate de structurile schimbării și sunt reprezentate de liniile trigramei și ale hexagramelor. Ele nu sunt obiecte statice, independente, ci stări de tranziție în procesul cosmic care este *Tao*:

*Tao este mișcare perpetuă, transformare.
Liniile sale sunt tendințe de schimbare. Liniile
acestea au gradații, iar gradațiile reprezintă
lucruri.⁹*

Ca și în cazul particulelor, structurile generate de schimbare pot fi dispuse în configurații simetrice, așa cum este configurația octogonală formată din opt trigrame, în care trigramele opuse au liniile *yin* și *yang* schimbate între ele. Ea se aseamănă vag cu octetul mezonilor prezentat în capitolul anterior, în care particulele și antiparticulele ocupă poziții opuse. Importantă nu este

această asemănare accidentală, ci faptul că și fizicienii, ca și înțelepții chinezi din vechime, consideră schimbarea drept aspect primordial al naturii, în timp ce structurile și simetriile generate le privesc ca pe niște aspecte secundare. După cum arată în prefața traducerii cărții *I Ching*, Richard Wilhelm consideră aceasta drept concept fundamental pentru *Cartea Schimbărilor*.



Cele opt trigrame... se află într-o continuă stare de tranziție, transformându-se una în alta tot așa cum lumea fizică trece fără încetare de la un fenomen la altul. Acesta este principiul fundamental al Cărții Schimbărilor. Cele opt trigrame simbolizează stările tranzitorii ale transformării; ele sunt imagini care se schimbă permanent. Atenția nu se concentrează asupra lucrurilor în starea lor de a fi – așa cum este cazul în Occident –, ci asupra mișcării, asupra dinamicii. Așadar, cele opt trigrame nu sunt reprezentări ale lucrurilor, ci ale tendințelor de evoluție.¹⁰

Fizica modernă a ajuns să vadă tot astfel „lucrurile” din lumea subatomică, evidențiind mișcarea, schimbarea și transformarea și privind particulele ca pe niște etape ale tranziției în procesul cosmic neîntrerupt.

18

întrepătrunderea

Până acum, explorarea sistemului de concepții pe care l-a configurat fizica modernă a demonstrat în mod repetat că ideea de materie compusă din „blocuri” nu mai poate fi susținută. În trecut, acest concept a explicat cu succes fenomenele fizice în ipoteza atomilor, structura atomilor în ipoteza nucleelor înconjurate de electroni și, în sfârșit, structura nucleelor în ipoteza protonilor și a neutronilor. Nucleele și hadronii au fost astfel considerați „particule elementare”. Dar nici unii, nici alții nu s-au comportat conform așteptărilor. De fiecare dată, aceste particule s-au dovedit a fi la rândul lor structuri compuse, deși fizicienii au sperat mereu ca, odată cu următoarea generație de constituenți, să găsească acele ultime elemente căutate.

În sfârșit, teoriile atomice și subatomice pun sub un mare semn de întrebare existența particulelor elementare. Ele au relevat ca un aspect fundamental interconexiunile lumii materiale, demonstrând că energia de mișcare poate fi convertită în masă și sugerând că particulele ar fi mai mult procese decât obiecte. Toate acestea arată clar că imaginea simplistă a blocurilor constitutive, impusă de concepția mecanicistă, trebuie abandonată; totuși, mulți fizicieni ezită încă să o facă. Tradiția explicării structurilor complexe prin divizarea în componente din ce în ce mai simpli este atât de adânc înrădăcinată în mentalitatea occidentală, încât căutarea lor continuă încă.

Există, însă, și o altă direcție în fizica particulelor, care pornește de la ideea că natura nu poate fi redusă la entități fundamentale, la particule sau câmpuri elementare. Ea trebuie înțeleasă din perspectiva self-consistenței sale și a aspectului care face ca toate componentele sale să fie în același timp consistente cu ele însele și cu toate celelalte. Ideea a apărut în contextul teoriei matricei *S* și este cunoscută sub numele de ipoteza „bootstrap”^{*}. Autorul și principalul ei susținător este Geoffrey Chew, care a construit pe baza ei o întreagă filosofie a naturii și a utilizat-o (împreună cu alți fizicieni) pentru a elabora o teorie a particulelor în formalismul matricei *S*. Chew a descris ipoteza *bootstrap* în câteva articole care constituie baza acestei prezentări.

Filosofia *bootstrap* echivalează cu respingerea finală a imaginii mecaniciste. Universul newtonian era constituit dintr-un set de entități fundamentale cu proprietăți remarcabile, create de Divinitate și care, de aceea, se sustrăgeau analizei. Într-un fel sau altul, această ipoteză a stat la baza științelor naturii până când ipoteza *bootstrap* a afirmat că lumea nu trebuie înțeleasă ca un ansamblu de entități elementare. În noua concepție, Universul este privit ca o rețea dinamică de evenimente corelate. Nici una din proprietățile acestei rețele nu este fundamentală; toate sunt legate de proprietățile celorlalte părți, iar proprietatea de completitudine a relațiilor mutuale determină structura întregii rețele.

Astfel, filosofia *bootstrap* reprezintă rezultanta punctelor de vedere care au apărut în cadrul teoriei cuantice o dată cu înțelegerea interconectării universale, au căpătat conținut dinamic în cadrul teoriei relativității și au fost formulate în termeni probabilistici în cadrul teoriei matricei *S*. Cu această concepție, Occidentul se apropie mai mult ca oricând de viziunea orientală atât în privința abordării filosofice a lumii în general, cât și a imaginii despre materie, în particular.

^{*} Legătură, conexiune (*N. T.*)

Ipoteza *bootstrap* neagă existența constituentilor fundamentali ai materiei și, în plus, nu acceptă nici un fel de entitate fundamentală – nici măcar legi, principii sau ecuații – abandonând în acest fel o altă idee care a stat timp de secole la baza investigării naturii, Noțiunea de lege fundamentală a naturii derivă din credința iudeo-creștină într-un legislator divin. Așa cum spune Toma d'Aquino:

*Există o Lege Eternă, altfel spus Rațiune a lui Dumnezeu, care guvernează întregul Univers.*²

Ideea de lege eternă a naturii, de origine divină, a influențat puternic filosofia și știința Occidentului. Descartes vorbea despre „legile pe care Dumnezeu le-a dat naturii”, iar Newton susținea că țelul cel mai înalt al operei sale științifice era acela de a dovedi existența „legilor impuse naturii de Dumnezeu”. Timp de trei secole după Newton, principalul scop al științelor naturale a rămas descoperirea legilor ultime ale naturii.

În fizică s-a adoptat în ultimul timp o atitudine cu totul diferită. Fizicienii au constatat că teoriile lor cu privire la fenomenele naturii, inclusiv „legile” pe care le descriu, sunt creații ale mentalului, proprietăți ale hărții conceptuale a realității și nu realitatea însăși. Această schemă conceptuală este în mod necesar limitată și aproximativă, așa cum sunt toate teoriile științifice și „legile naturii” pe care ele le cuprind. Toate fenomenele sunt în final corelate și pentru a putea explica unul dintre ele trebuie să le înțelegem pe toate celelalte, lucru de-a dreptul imposibil. Ceea ce a făcut ca știința să aibă atâta succes a fost descoperirea faptului că aproximarea este posibilă. Dacă o „înțelegere” aproximativă a naturii este satisfăcătoare, atunci se pot selecta și descrie în această manieră grupuri de fenomene, neglijând altele care pe moment sunt considerate nerelevante. În acest mod se pot explica multe fenomene din perspectiva câtorva și, în consecință, se pot înțelege diferite aspecte ale naturii în mod aproximativ, fără a avea nevoie să se cuprindă totul dintr-o dată. Aceasta este metoda științifică; toate teoriile și modelele științifice nu sunt decât aproximații ale realității, dar eroarea pe care ele o presupun este adesea suficient de

mică pentru ca acest mod de abordare să aibă sens. De exemplu, în fizica particulelor elementare, interacțiile gravitaționale dintre particule sunt de obicei ignorate, deoarece sunt cu câteva ordine de mărime mai slabe decât celelalte interacții. Deși eroarea datorată acestei omisiuni este infimă, este clar că în viitoarele teorii vor trebui să fie luate în considerare forțele gravitaționale pentru ca teoriile să fie mai precise.

În acest mod, fizicienii construiesc prin aproximații teorii parțiale succesive, cu grade de precizie din ce în ce mai înalte, dar fără ca vreuna să reprezinte descrierea completă a realității. Toate „legile naturale” pe care ele le cuprind au, ca și respectivele teorii, caracter mutant, fiind destinate să fie înlocuite de formulări mai precise atunci când teoriile sunt îmbunătățite. Gradul de aproximație pe care-l prezintă o teorie este reflectat de parametrii arbitrari – „constantele fundamentale” –, mărimile ale căror valori nu sunt explicate și care trebuie incluse în teorie după ce au fost determinate empiric. Teoria cuantică nu poate explica valoarea masei electronului, nici teoria câmpului valoarea sarcinii electrice a electronului și nici teoria relativității valoarea vitezei luminii. În concepția clasică, aceste mărimi sunt constante fundamentale ale naturii, deci se sustrag justificării. În concepția modernă, însă, rolul lor de „constante fundamentale” este considerat temporar și reprezintă expresia caracterului limitat al actualelor teorii. În acord cu filosofia conexiunii, ele vor trebui să fie explicate de către teoriile viitoare pe măsură ce gradul de precizie și sfera lor de cuprindere vor crește. În acest fel se tinde mereu spre situația ideală în care teoria nu mai include nici o „constantă fundamentală” cu valoare neexplicată și în care toate „legile” decurg din cerința self-consistenței, dar este posibil ca ea să nu fie atinsă vreodată.

Este important de observat că și o asemenea teorie ideală trebuie să includă, chiar dacă nu neapărat exprimate cantitativ, aspectele neexplicate. Atâta timp cât rămâne o teorie științifică, va presupune acceptarea fără demonstrație a anumitor concepte care formează limbajul științific. A

împinge mai departe ideea *bootstrap*-ului înseamnă a depăși domeniul științei:

*În sens larg, ideea bootstrap-ului, deși fascinantă și utilă, este neștiințifică... știința, așa cum o cunoaștem, presupune un limbaj și un cadru care nu fac obiectul discuției. De aceea, din punct de vedere semantic, cu greu s-ar putea numi „științifică” tentativa de a explica absolut toate conceptele.*³

Evident, concepția „bootstrap”, conform căreia toate fenomenele naturii sunt determinate în mod unic de self-consistența mutuală, se apropie foarte mult de viziunea orientală. Un Univers indivizibil, în care toate lucrurile și evenimentele ar fi corelate n-ar avea sens dacă n-ar fi autoconsistent. Într-un fel, self-consistența – care reprezintă fundamentul ipotezei *bootstrap* – și unitatea și intercorelarea fenomenelor, atât de puternic accentuate de mistica orientală, nu sunt decât formulări diferite ale aceleiași idei. Această legătură strânsă este exprimată clar în taoism. Pentru înțelepții taoiști, toate fenomenele fac parte din Calea cosmică – *Tao* –, iar legea pe care o urmează *Tao* nu este impusă de nici un legiuitor divin, ci îi aparține lui *Tao* însuși. Citim în *Tao Te Ching*:

*Omul urmează legile pământului;
Pământul urmează legile cerului;
Cerul urmează legile lui Tao;
Iar Tao urmează propria sa lege interioară.*⁴

În profundul său studiu al științei și civilizației chineze, Joseph Needham arăta că noțiunea strict occidentală de lege fundamentală a naturii, care implică la origine existența unui legiuitor divin, nu are corespondent în gândirea chineză. „În concepția chineză despre lume”, scrie Needham, „conlucrarea armonioasă între tot ceea ce există nu este impusă de voința unei autorități divine separate de lume, ci derivă din aceea că toate sunt părți ale întregului cosmic, iar legea pe care o urmează vine din interiorul lor, din propria lor esență.”⁵

După Needham, în limba chineză nu există un cuvânt care să corespundă termenului clasic occidental de „lege a naturii.” Termenul cel mai apropiat ca semnificație este *li*, pe care filosoful neo-confucianist Chu Hsi îl descrie ca „nenumăratele construcții iluzorii ale lui *Tao*”⁶. Needham traduce *li* prin „principiu de organizare” și face următorul comentariu:

*Sensul original era acela de structură internă a lucrurilor, așa cum sunt vinișoarele din piatra de jad sau fibrele din mușchi... Apoi, aceasta a căpătat semnificația de „principiu”, dar a păstrat întotdeauna conotația de „structură”... Presupune noțiunea de lege, dar este vorba de legea căreia părțile întregului trebuie să i se supună în virtutea faptului că sunt părți ale întregului... Cel mai important aspect al părții este acela că trebuie să corespundă precis celorlalte părți ale întregului pe care-l compun.*⁷

Este ușor de văzut cum i-a condus această concepție pe gânditorii chinezi la o idee care în fizică s-a conturat abia de curând; anume că self-consistența este esența tuturor legilor naturii. Următorul pasaj datorat lui Ch'en Shun, discipol al lui Chu Hsi care a trăit în jurul anului 1200 d.Hr., ilustrează această idee în termeni care ar putea sluji foarte bine explicării noțiunii de self-consistență în cadrul filosofiei *bootstrap*:

*Li este legea naturală și de neînvins căreia nu i se pot sustrage nici lucrurile, nici fenomenele... Prin „naturală și de neînvins” se înțelege faptul că evenimentele sociale și tot ceea ce există în natură se află exact acolo unde trebuie să se afle și se petrec exact așa cum trebuie să se petreacă. Prin „lege” se înțelege faptul că totul se derulează perfect, fără deficiențe și fără exagerări... Cei din vechime, care cercetau natura ultimă a lucrurilor și îl căutau pe *li*, urmăreau să arate că toate se înscriu în ordinea*

*naturală, iar asta înseamnă că ceea ce căutau ei era punctul acela în care toate își găsesc locul potrivit. Atât și nimic mai mult.*⁸

În concepția orientală, ca și în fizica modernă, totul în Univers se leagă de restul și nimic nu are caracter esențial prin el însuși. Proprietățile părții nu sunt determinate de vreo lege fundamentală, ci de proprietățile celorlalte părți ale întregului. Atât fizicienii cât și misticii realizează imposibilitatea justificării totale a fenomenelor, dar atitudinile lor în aceasta privesc sunt diferite. Fizicienii, așa cum am arătat, se declară satisfăcuți de o cunoaștere aproximativă; de cealaltă parte, misticii nu sunt interesați de o cunoaștere parțială, „relativă”. Ei caută cunoașterea „absolută”, înțelegerea totală a esenței Vieții. Conștienți de inter-relaționarea Universului, ei înțeleg că a explica un fenomen înseamnă în ultimă instanță a-i evidenția legăturile cu restul întregului. Și cum așa ceva este imposibil, filosofii mistici insistă asupra faptului că nici un fenomen nu poate fi explicat. Iată ce spune în acest sens Ashvaghosha:

*În esența lor, lucrurile nu pot fi numite și nici explicate. Ele nu pot fi descrise adecvat în nici un limbaj.*⁹

Iată de ce înțelepții din Orient nu caută să explice evenimentele, ci urmăresc experimentarea directă, non-intelectuală a unității. Aceasta este atitudinea adoptată de Budha care a răspuns tuturor întrebărilor despre sensul vieții, originea lumii sau despre *nirvana* printr-o „nobilă tăcere”. Răspunsurile aparent lipsite de sens ale măștrilor Zen la cererile de lămurire ale discipolilor, par a avea același rost: acela de a-i determina pe aceștia să înțeleagă că partea este consecință a întregului, că „a explica” natura înseamnă a-i scoate la iveală caracterul unitar și că, în final, nu este nimic de explicat. Când Tozan, care cântărea un caiet de in, a fost întrebat „Ce este Budha?”, a răspuns „Caietul ăsta de in cântărește trei pfunzi”¹⁰; iar când Jonhu a fost întrebat de ce a venit Bodhidharma în China, el a răspuns „În grădină crește un stejar.”¹¹

Unul din principalele scopuri urmărite de filosofii mistici constă în eliberarea mentalului uman de limbaj și de setea de justificare. Atât budiștii cât și taoiștii vorbesc despre o „rețea de cuvinte” sau „o împletitură de concepte”, extinzând ideea de rețea de conexiuni la nivelul intelectului. Atâta timp cât facem efortul de a găsi justificări ne găsim prinși în capcana *karmei*, în pânza de păianjen a concepțelor. Eliberându-ne de cuvinte și de explicații, ne eliberăm de cătușele *karmei*.

Concepției despre lume a mysticilor orientali și filosofiei *bootstrap* le sunt comune atât accentuarea intercorelării și a self-consistenței, cât și negarea existenței constituenților fundamentali ai materiei. Într-un Univers care se prezintă ca un întreg inseparabil cu forme fluide și mereu schimbătoare nu este loc pentru entități fixe. De aceea, în concepția orientală nu se întâlnește noțiunea de „cărămizi de bază” ale materiei. Gândirea chineză nu a elaborat niciodată teorii atomiste și chiar dacă unele școli filosofice indiene au dezvoltat asemenea teorii, ele n-au avut decât un loc periferic. Noțiunea de atom apare în cadrul jainismului (ramură neortodoxă a hinduismului, căci nu recunoaște autoritatea Vedelor). Teorii atomiste și-au făcut loc și în școlile budismului Hinayana, dar sunt tratate de către ramura Mahayana ca niște produse iluzorii ale ignoranței – *avidya*. După cum spune Ashvaghosha,

*Prin divizarea celor compuse materia poate fi redusă la atomi. Dar, din moment ce atomii înșiși sunt în continuare obiect al divizării, toate formele existenței materiale, grosiere sau subtile, nu sunt decât umbre ale particularizării cărora nu li se poate acorda nici un grad (absolut sau independent) de realitate.*¹²

Principalele școli mistice orientale sunt de acord cu concepția *bootstrap* conform căreia Universul este un întreg ale cărui părți nu se deosebesc ca esență, astfel încât proprietățile uneia sunt consecința proprietăților celorlalte. În acest sens s-ar putea spune că partea „conține” întregul și într-adevăr, această viziune a reprezentării mutuale pare a fi

chintesența experienței mistice. Despre aceasta, Sri Aurobindo spune,

*Nu există finit în sens supramental; această experiență are la bază conștiința identității dintre parte și întreg.*¹³

Noțiunea de „identitate a părții cu întregul și a întregului cu partea” și-a găsit cea mai înaltă expresie în școala *Avatamsaka*, ramură a budismului Mahayana; filosofia acestei școli constituie chintesența budismului. Ea are la bază *Avatamsaka Sutra*, despre care se crede că ar fi fost rostită de Budha însuși în timp ce se afla în stare de meditație profundă, după Trezirea sa. Această voluminoasă *sutra*, care nu a fost tradusă până acum în nici o limbă europeană, descrie detaliat modul în care este percepută lumea în starea de trezire a conștiinței, când „granițele individualității se topesc și sentimentul finitului nu ne mai apasă.”¹⁴ Ultima parte, *Gandavyuha*, conține povestea tânărului pelerin Sudhana și descrierea viguroasă a experienței mistice a lumii trăită de acesta; lumea îi apare ca o rețea perfectă de legături mutuale în care toate lucrurile interacționează unele cu altele astfel încât fiecare le conține în el însuși pe toate celelalte. Următorul pasaj din *sutra*, parafrazat de D. T. Suzuki, apelează, pentru a descrie viziunea lui Sudhana, la imaginea turnului magnific decorat:

Turnul este vast și necuprins ca cerul însuși. Podeaua lui este pavată cu felurite pietre prețioase; înăuntrul său afli palate fără de număr, portaluri, ferestre, scări, coridoare și balustrade, toate din cele mai nobile nestemate

Și în interiorul nesfârșitului și de neasemuit turn împodobit sunt alte sute de mii de turnuri, fiecare din ele la fel de minunat decorat ca și turnul cel mare și tot atât de necuprins ca și cerul. Nici unul din aceste turnuri fără număr nu stă în vreun fel în calea altuia; fiecare își păstrează propria individualitate și există în

*armonie cu toate celelalte; nimic nu împiedică pe vreunul să se contopească cu celelalte; toate se confundă, dar se află deopotrivă într-o ordine desăvârșită. Tânărul pelerin Sudhana se oglindește într-un singur turn și în toate deodată, căci toate se află într-unul singur și fiecare le conține pe toate celelalte.*¹⁵

Turnul din acest fragment este metafora Universului, iar perfecta contopire a părților sale este cunoscută în budismul Mahayana sub numele de „întrepătrundere”. *Avatamsaka* arată clar că această întrepătrundere este corelarea dinamică spațio-temporală. Așa cum am arătat mai înainte, relația dintre spațiu și timp este privită tot ca o relație de întrepătrundere.

Experiența întrepătrunderii în starea de iluminare poate fi considerată drept viziunea mistică a ipotezei „bootstrap”, a corelării armonioase a tuturor fenomenelor din Univers. Într-o asemenea stare a conștiinței, zona intelectului și necesitatea de a găsi explicații sunt depășite și înlocuite cu experimentarea directă a interdependențelor. Astfel, conceptul budist de întrepătrundere merge cu mult mai departe decât ipoteza științifică *bootstrap*. Cu toate acestea, există modele matematice ale particulelor subatomice care demonstrează puternice asemănări cu concepția conturată în budismul Mahayana.

Formularea științifică a ipotezei *bootstrap* atrage după sine limitări și aproximări, principala aproximație constând în neglijarea tuturor tipurilor de interacții, cu excepția interacțiilor tari. Deoarece acestea sunt de o sută de ori mai puternice decât cele electromagnetice și cu multe ordine de mărime mai puternice decât interacțiile slabe și gravitaționale, aproximația pare rezonabilă. Așadar, *bootstrap*-ul științific se ocupă exclusiv de particulele supuse interacțiilor tari, adică de hadroni și de aceea este numit adesea „*bootstrap hadronic*”. Este elaborat în formalismul teoriei matricei S, iar scopul său este acela de a deduce toate proprietățile hadronilor și interacțiile acestora numai pe baza impunerii cerinței de self-consistență. Singurele „legi

fundamentale" acceptate sunt principiile generale ale teoriei matricei S, discutate în capitolul anterior, cerute de metodele noastre de observare și măsurare și care, din acest motiv, constituie cadrul filosofic al științei. Este posibil să se postuleze temporar alte proprietăți ale matricei S, dar în final ele trebuie să fie derivate ca o consecință a self-consistenței. Postulatul care afirmă că toți hadronii formează secvențe descrise de formalismul Regge, face parte din această categorie.

În limbajul teoriei matricei S, ipoteza *bootstrap* sugerează că matricea S completă, deci cea care conține toate proprietăților hadronilor, este determinată în mod unic din principiile generale, deoarece o unică matrice S este în acord cu toate cele trei principii. Această ipoteză se bazează pe faptul că fizicienii n-au elaborat niciodată un model care să satisfacă toate cele trei principii. Dacă singura matrice care prezintă proprietatea de consistență este matricea S care descrie toate proprietățile și interacțiile hadronilor, așa cum pretinde ipoteza *bootstrap*, atunci eșecul de a construi o matrice parțială cu proprietatea de consistență este justificabil.

Interacțiile suferite de particulele subatomice sunt atât de complexe încât nu este deloc sigur că se va putea construi vreodată o matrice S completă și self-consistentă, dar se întrevăd modele parțiale care să satisfacă scopuri limitate. Fiecare din aceste modele ar trebui conceput astfel încât să acopere numai un anumit grup de interacții, deci ar conține câțiva parametri neexplicați reprezentând limitările respectivului model; aceștia ar urma să fie explicați în cadrul unui alt model. Astfel se pot acoperi din ce în ce mai multe fenomene cu o din ce în ce mai mare precizie, printr-un mozaic de modele cuplate al cărui număr de parametri neexplicați ar descrește mereu. Așadar, adjectivul „*bootstrap*” nu s-ar potrivi nici unui model individual, dar s-ar aplica ansamblului de modele mutual consistente, din care nici unul nu ar avea caracter fundamental. Așa cum a spus Chew, „Orice fizician care este capabil să privească un număr de modele teoretice

fără să considere pe vreunul mai important decât celelalte, este în mod automat un adept al punctului de vedere *bootstrap*.”¹⁶

Există deja un număr de modele parțiale, cu domeniu de valabilitate limitat, ceea ce arată că programul *bootstrap* va câștiga teren în viitorul apropiat. În ceea ce privește hadronii, cea mai importantă problemă pe care o au de soluționat teoria matricei *S* și ipoteza *bootstrap* este legată de justificarea structurii de quark caracteristică interacțiilor tari. Până de curând, abordarea din perspectiva ipotezei *bootstrap* nu putea explica regularitățile observate și chiar din acest motiv nu era luată în serios de fizicieni. Cei mai mulți preferau să lucreze cu modelul quark-urilor care, chiar dacă nu explica, oferea măcar o descriere fenomenologică. Situația s-a schimbat radical în ultimii șase ani. Progresele înregistrate în dezvoltarea matricei *S* au revoluționat știința, permițând stabilirea unor rezultate specifice modelului de quark fără a se postula existența quark-urilor. Aceste rezultate i-au entuziasmat pe adepții teoriei matricei *S* și se pare că vor determina întreaga comunitate a fizicienilor să își revizuiască atitudinea față de abordarea *bootstrap* a fizicii domeniului subatomic.

Hadronii, așa cum sunt ei caracterizați în teoria *bootstrap*, pot fi descriși cu această frază șocantă: „orice particulă este compusă din alte particule”. Nu trebuie să ne imaginăm această situație în sens static. Hadronii nu se „conțin” reciproc, se „implică” reciproc în sensul dinamic și probabilistic al afirmației rezultate din teoria matricei *S*, fiecare hadron reprezentând o potențială „stare legată” a tuturor seturilor de particule care pot interacționa pentru a forma hadronul în discuție. În acest sens, toți hadronii sunt structuri compuse ale căror componente sunt tot hadroni, nici unul din ei nefiind cu nimic mai „elementar” decât ceilalți. Forțele care mențin aceste structuri se manifestă prin intermediul schimbului de particule – particulele care fac obiectul transferului fiind la rândul lor hadroni. De aceea, fiecare hadron joacă trei roluri diferite: este o structură compusă, poate fi component al unui alt hadron și poate

constitui obiectul schimbului între componentele unui hadron, participând astfel la stabilirea forțelor care mențin o structură. Conceptul de *crossing** este esențial pentru acest model. Fiecare hadron este un sistem în care acționează forțele asociate schimbului altor hadroni pe canalul transversal, fiecare dintre aceștia fiind un sistem făcut posibil de forțe la stabilirea cărora contribuie hadronul în discuție. În acest fel „fiecare particulă participă la formarea altei particule care, la rândul ei, participă la formarea celei care a generat-o.”¹⁷ Întregul set de hadroni se autogenerază astfel – altfel spus, se continuă la nesfârșit prin conexiunile sale. Așadar, mecanismul extrem de complex al *bootstrap*-ului are caracter autodeterminist, ceea ce înseamnă că nu există decât un singur mod în care acest mecanism poate fi realizat. Cu alte cuvinte, nu este posibilă decât existența unui singur set de hadroni care să prezinte proprietatea de self-consistență – și anume, cel aflat în natură.

În concepția *bootstrap* toate particulele se compun în mod dinamic și self-consistent una din alta și numai în acest sens se poate spune că ele se „conțin” reciproc. O noțiune similară se aplică Universului în budismul Mahayana. Această rețea cosmică de lucruri și evenimente care se întrepătrund este ilustrată în *Avatamsaka Sutra* prin metafora pânzei lui Indra, imensa împletitură de pietre prețioase aflată deasupra palatului lui Indra. Charles Eliot arăta:

Se spune că în paradisul lui Indra se află o împletitură de perle dispuse în așa fel încât dacă o privești pe una din ele le vezi pe toate celelalte reflectate în ea. Tot astfel, orice obiect din lume nu este doar el însuși, ci le implică pe toate celelalte. „În fiecare fir de praf se află nenumărați Budha”.¹⁸

Cu adevărat surprinzătoare este asemănarea dintre această imagine și aceea desprinsă din teoria *bootstrap*.

* Intersectare, încrucișare (N.T.)

Metafora pânzei lui Indra poate fi considerată primul model *bootstrap* elaborat de înțelepții Orientului cu 2500 de ani înaintea apariției fizicii particulelor. Budiștii insistă asupra faptului că întrepătrunderea nu este un concept comprehensibil pe cale rațională, ci unul care trebuie experimentat de mentalul iluminat prin intrarea în starea de meditație. D. T. Suzuki scria despre aceasta:

*Budha cel din Gandavyuha nu mai trăiește în lumea ce poate fi cuprinsă în concepte ca spațiu și timp. Conștiința sa încetează să fie aceea a mentalului cenzurat de semnificații și logică Budha din Gandavyuha trăiește într-o lume spirituală, o lume care are propriile ei legi.*¹⁹

În fizica modernă situația este identică. Ideea de particulă care le conține pe toate celelalte nu poate fi cuprinsă într-un cadru limitat de conceptele de spațiu și timp. Ea descrie o realitate care, ca și aceea a lui Budha, are propriile ei legi. În cazul *bootstrap*-ului hadronic, ele sunt legile teoriei cuantice și ale teoriei relativității, ideea-cheie fiind aceea că forțele care mențin particulele în sisteme sunt ele însele particule transferate prin canalele de schimb. Deși acestui concept i se poate acorda o semnificație matematică precisă, el rămâne în continuare imposibil de vizualizat. Este un aspect strict relativist al *bootstrap*-ului și, cum nu putem experimenta în mod direct spațiu-timpul cvadri-dimensional, este extrem de dificil să ne imaginăm o particulă care conține toate celelalte particule și este în același timp conținută de ele. Dar chiar aceasta este viziunea Mahayana:

*Când așezi partea lângă întreg, vezi că partea umple întregul și în același timp îl cuprinde în ea însăși.*²⁰

Ideea de particulă care le conține pe toate celelalte nu a apărut numai în filosofia mistică a Orientului, ci și în cea a Occidentului. Iată cum este exprimată ea în celebrele versuri ale lui William Blake:

Să vezi lumea într-un grăunte de nisip
Și cerul într-o floare de câmp,
Să ții infinitul în palmă
Și veșnicia într-o oră.

Din nou, experiența mistică²¹ a produs o imagine de tip *bootstrap*; dacă poetul vede lumea întregă într-un grăunte de nisip, fizicianul contemporan vede cosmosul într-un hadron.

Aceeași imagine se desprinde și din opera filosofică a lui Leibniz, care considera că lumea este formată din entități fundamentale numite „monade”, fiecare din ele oglindind întregul Univers. Concepția lui Leibniz se apropie mult de aceea a budismului Mahayana și de teoria *bootstrap**. În lucrarea sa, *Monadologia*, Leibniz scria:

*Orice porțiune de materie este ca o grădină plină de flori sau ca un lac bogat în pește. Dar fiecă ramură a unei plante, fiecă parte a trupului unui animal, fiecă picătură din umorile sale este la rândul său o grădină sau un lac.*²¹

Interesant este faptul că paralelele care se pot stabili între aceste pasaje și *Avatamsaka Sutra* par să indice faptul că Leibniz a fost influențat de budism. Joseph Needham susține²² că Leibniz se familiarizase cu spiritualitatea și cultura chineză prin intermediul traducerilor făcute de călugării iezuiți și că este posibil ca sistemul său filosofic să fi fost inspirat de școala neo-confucianistă Chu Hsi, ale cărei idei i-ar fi fost cunoscute. Această școală își are rădăcinile în budismul Mahayana și în particular în școala *Avatamsaka* (în chineză *Hua-yen*) desprinsă din școala Mahayana. Needham menționează parabola șiragului de perle al lui Indra chiar în legătură cu monadele lui Leibniz. ~

O comparare aprofundată a conceptului leibnizian de „relație de reflectare” între monade cu ideea de

* Paralela între concepția lui Leibniz și *bootstrap*-ul hadronic a fost abordată recent (vezi G. Gale, *Chew's Monadology*, Journal of History of Ideas, vol. 35 (aprilie-iunie 1974), pag. 339–348).

întrepătrundere datorată școlii Mahayana, pune totuși în evidență suficiente diferențe și demonstrează că viziunea budistă asupra materiei se apropie mai mult decât aceea a lui Leibniz de concepția datorată fizicii contemporane. Deosebirea de fond pare a fi aceea că Leibniz vede monadele ca pe constituenții ultimi ai materiei. El își începe *Monadologia* cu următoarele cuvinte: „monada despre care vom vorbi aici este substanța simplă care intră în compoziția tuturor lucrurilor; *simplă*, adică necompusă din alte părți.” Și în continuare, „monadele sunt adevărații atomi din natură, într-un cuvânt, constituenții tuturor lucrurilor.”²³ Acest mod de a concepe „fundamentele” se află într-un contrast izbitor cu teoria *bootstrap* și diferă esențial de concepția Mahayana care respinge ideea existenței entităților fundamentale și a substanței ultime. Gândirea fundamentelor la Leibniz își găsește expresie și în concepția sa despre forțe, pe care le consideră „legi implantate de voința divină”, esențial diferite de materie. „Forța și activitatea”, scria el, „nu pot avea aceeași origine ca și ceva atât de pasiv cum este materia.”²⁴ Din nou, o afirmație contrară celor din fizica modernă și mistica orientală.

Din punctul de vedere al relației dintre monade, principala deosebire față de *bootstrap* constă în aceea că monadele nu interacționează una cu alta; ele „nu au ferestre”, cum spune Leibniz și nu fac decât să se reflecte una în alta. Aceasta în timp ce, în teoria *bootstrap* ca și în budismul Mahayana, accentul este pus pe interacția sau „întrepătrunderea” dintre toate particulele. Mai mult, viziunile *bootstrap* și Mahayana sunt viziuni în „spațiu-timpul” în care obiectele apar ca niște evenimente ce nu pot fi înțelese decât odată cu faptul că spațiul și timpul sunt și ele, întrepătrunse.

Teoria *bootstrap* a hadronilor este departe de a fi completă, iar dificultățile de formulare sunt considerabile. Cu toate acestea, fizicienii au început deja să extindă acest mod de abordare și la alte domenii decât interacțiile tari. De fapt, el va trebui să depășească contextul actual al teoriei matricei S care a fost elaborată special pentru a descrie interacțiile tari. Va căpăta un mai mare grad de generalitate;

și, în acest cadru larg, unele din noțiunile acceptate azi ca postulate vor fi tratate prin metoda *bootstrap* – vor fi derivate din self-consistență. După părerea lui Geoffrey Chew, în această categorie vor putea intra concepția noastră despre spațiu-timpul macroscopic și, poate, chiar conștiința:

*În ultimă instanță, ipoteza bootstrap implică și conștiința, ca și toate celelalte aspecte ale naturii ca necesitate a self-consistenței întregului.*²⁵

Iată, din nou, o concepție în perfectă armonie cu viziunile desprinse din tradiția mistică a Orientului în care conștiința a fost privită întotdeauna ca o parte integrantă a Universului. Ființa umană și toate formele vieții sunt, pentru mistici, părți ale întregului organic inseparabil. Dacă omul este dotat cu inteligență, atunci întregul din care el face parte este dotat, de asemenea, cu inteligență. Omul este dovada vie a inteligenței cosmice; prin noi, Universul își afirmă mereu capacitatea de a produce forme prin care devine conștient de el însuși.

Problema conștiinței a apărut în fizica modernă o dată cu observarea fenomenelor atomice. Teoria cuantică a arătat că aceste fenomene nu pot fi înțelese decât ca niște conexiuni într-un lanț de procese la capătul căruia se află conștiința observatorului. În exprimarea lui Eugene Wigner, „legile teoriei cuantice nu se pot formula în mod consistent fără a face apel la conștiința observatorului.”²⁶ Formularea pragmatică a teoriei cuantice promovată de oamenii de știință în lucrările lor nu conține referiri explicite la conștiință. Dar Wigner și alții afirmă că includerea explicită a conștiinței umane ar putea reprezenta un aspect esențial al viitoarelor teorii.

O asemenea direcție de dezvoltare ar deschide posibilități incitante de interacție între fizică și mistică orientală. Înțelegerea legăturii conștiinței cu restul Universului reprezintă punctul de plecare pentru întreaga experiență mistică. De-a lungul secolelor, misticii orientali au explorat variate stări ale conștiinței, iar concluziile la care au ajuns diferă adesea în mod radical de ideile filosofice ale Vestului. Dacă fizicienii doresc într-adevăr să includă în domeniul

lor de cercetare natura conștiinței umane, atunci studiul filosofiei orientale le-ar putea oferi puncte de vedere noi și stimulatoare.

• Astfel, extinderea teoriei *bootstrap* în așa fel încât să includă spațiu-timpul și conștiința umană deschide posibilități fără precedent care depășesc cadrul convențional al științei.

*Un asemenea pas ar reprezenta cu mult mai mult decât oricare pas făcut în teoria bootstrap a hadronilor; am fi obligați să ne confruntăm cu conceptul evaziv de observație și chiar cu cel de conștiință. Lupta noastră cu hadronii și cu teoria bootstrap s-ar putea să nu fie decât anticiparea unei alte strădanii care, deși nu se va afla în afara domeniului de studiu al fizicii, nu va mai putea fi numită știință.*²⁷

Atunci, încotro ne duce ideea *bootstrap*? Aceasta, bineînțeles, n-o știe nimeni, dar speculația cu privire la destinația finală este fascinantă. Ne putem imagina un sistem de noi teorii care vor acoperi o gamă din ce în ce mai largă de fenomene ale naturii cu un grad de precizie din ce în ce mai ridicat; un sistem care va include din ce în ce mai puține mărimi postulate și în care din ce în ce mai multe mărimi vor fi derivate din consistența mutuală a părților. Apoi, într-o zi, se va ajunge într-un stadiu în care singurele mărimi postulate vor fi elementele cadrului științific. Mai departe teoria nu își va putea exprima rezultatele discursiv, prin apelul la concepte și astfel va depăși cadrul științei. Dintr-o *teorie bootstrap* a naturii se va transforma într-o *viziune bootstrap* care va transcende zona intelectului și a limbajului, purtându-ne dincolo de domeniul științei, pe tărâmul *acintya*, care scapă gândirii. Cunoașterea aceasta va fi completă, dar inexprimabilă în cuvinte; va fi cunoașterea la care se referea Lao Tse acum peste două mii de ani, când spunea:

*Acela care știe nu vorbește,
Acela care vorbește nu știe.*²⁸

epilog

Filosofiile religioase ale Orientului au ca obiect cunoașterea mistică, prin definiție atemporală care, sustrăgându-se controlului rațiunii, este inexprimabilă în cuvinte. Relația cu demersul științific propriu fizicii contemporane nu constituie decât unul din aspectele sale, dar, la fel ca toate celelalte, este nedemonstrabil; existența acestei relații nu poate decât să fie experimentată în mod direct, pe calea intuiției. Nu am urmărit să realizez aici o demonstrație riguroasă, dar sper că am reușit măcar într-o oarecare măsură să ofer cititorului ocazia de a retrăi din când în când o experiență care pentru mine a devenit o sursă de continuă bucurie și inspirație – conștiința faptului că principalele modele și teorii ale fizicii moderne conturează o concepție despre lume aflată în perfect acord cu viziunea mistică orientală.

Pentru aceia care sunt conștienți de această armonie, semnificația similitudinii perfecte între concepțiile fizicienilor și cele ale misticilor este mai presus de orice îndoială. Întrebarea care se pune nu mai este *dacă* această similitudine există, ci *de ce*; și mai mult decât atât, *ce* consecințe determină ea.

În încercarea lor de a descifra misterul Vieții oamenilor au abordat mai multe căi. Printre acestea, calea mistică și demersul științific; dar încă multe altele: demersul poetic, mitologic, calea clovnului, calea șamanului – pentru a numi

doar câteva. Și am ajuns astfel să dispunem de felurite modele ale lumii, atât verbale cât și non-verbale, fiecare din ele accentuând câte un alt aspect. Fiecare este valabil și util în contextul în care s-a dezvoltat. Dar toate nu sunt decât descrieri, reprezentări ale realității și de aceea reprezintă o cunoaștere limitată. Nici una nu conturează imaginea completă a lumii.

Concepția mecanicistă din fizica clasică este utilă pentru înțelegerea fenomenelor care ne sunt familiare și, de aceea, ideală pentru descrierea mediului înconjurător; ea a constituit baza pe care s-a dezvoltat tehnologia. Dar ea nu este adecvată descrierii realității subatomice. Viziunea mistică asupra lumii, în contrast cu concepția mecanicistă, ar putea fi definită concis ca „organică”, deoarece consideră toate fenomenele din Univers părți inseparabile ale unui întreg. Această viziune apare în tradiția mistică în acea stare a conștiinței numită stare de meditație. Misticii uzează pentru a-și descrie experiența de concepte care sunt în general neadecvate descrierii științifice a fenomenelor macroscopice. Viziunea organică nu stă la baza dezvoltării mașinismului, nici nu oferă soluții pentru problemele tehnice și tehnologice cu care se confrunta o lume suprapopulată.

Atât concepția mecanicistă cât și cea organică ne sunt utile în viața de toate zilele; prima, pentru că impulsionează dezvoltarea științei și a tehnologiei, cealaltă, pentru viața spirituală. Conceptele mecaniciste își pierd valabilitatea îndată ce se depășește spațiul experienței comune și trebuie înlocuite de concepte organice similare cu cele ale mysticilor. În aceasta constă experiența esențială a fizicii moderne care a constituit subiectul expunerii mele. Fizica secolului al XX-lea a dovedit că, deși aproape lipsite de valoare în ceea ce privește aplicabilitatea lor în știința și tehnologia convențională, noțiunile concepției organice devin extrem de utile la scară atomică și subatomică. În acest sens, viziunea organică pare să aibă un caracter fundamental decât cea mecanicistă. Fizica clasică, având-o la bază pe cea din urmă, poate fi derivată ca un caz particular din teoria

cuantică ce implică o viziune organică, în timp ce reciproca nu este posibilă. Iată o primă dovadă că viziunile filosofice ale fizicii moderne și misticii orientale sunt identice. Ambele se conturează o dată cu căutarea naturii fundamentale a lucrurilor – în fizică, pe măsură ce se penetrează mai adânc în intimitatea materiei; în mistică, pe măsură ce se experimentează stări mai profunde ale conștiinței – și se descoperă o altă realitate în spatele aparenței experienței comune.

Legătura devine și mai plauzibilă o dată cu enunțarea altor similitudini existente în ciuda modalităților diferite de abordare. Pentru început, metoda – este în ambele cazuri cea empirică. Fizicienii ajung la cunoaștere pe calea experimentului; misticii, prin meditație. Este vorba în ambele cazuri despre observare ca unică sursă a cunoașterii. Misticul își observă și explorează propria conștiință la diferite niveluri, ceea ce include trupul ca manifestare fizică a mentalului. Multe tradiții orientale subliniază faptul că experiența propriului corp este cheia experienței mistice a lumii. Omul sănătos nu percepe părțile separate ale corpului său, ci este conștient de propriul corp ca de un întreg, iar această conștiință generează o stare de bine și de fericire. Tot astfel, misticul are conștiința cosmosului ca întreg și ca extensie a propriului său corp. Lama Govinda spunea că

Pentru omul iluminat... a cărei conștiință îmbrățișează Universul, acesta devine propriul său „corp”, în timp ce trupul său fizic devine manifestarea Spiritului Universal, viziunea sa devine expresie a unei realități superioare, iar discursul său, expresia adevărului etern și a puterii mantrei.¹

Spre deosebire de mistic, fizicianul își începe investigația cu studiul domeniului material. Penetrându-l zonele din ce în ce mai ascunse, el devine conștient de unitatea lumii. Mai mult decât atât, a învățat că el însuși și conștiința sa sunt o parte a acestei unități. Misticul și fizicianul ajung la aceeași concluzie; unul pornind de la

lumea interioară, celălalt de la cea exterioară. Și acest acord nu face decât să confirme străvechea înțelepciune indiană după care *Brahman*, absolutul obiectiv și *Atman*, absolutul subiectiv, sunt identice.

Un alt aspect care apropie calea fizicianului de aceea a filosofului mistic se referă la aceea că observația se realizează în zone inaccesibile simțurilor. În ceea ce privește fizica, este vorba de domeniul atomic și subatomic; în ceea ce privește demersul mistic, este vorba de stările speciale ale conștiinței care se situează la nivelurile superioare aceleia al simțurilor. Misticii vorbesc adesea despre experiența unor dimensiuni superioare în care impresiile produse de diferitele centre ale conștiinței se integrează armonios. O situație asemănătoare apare în fizica modernă unde s-a dezvoltat formalismul „spațiu-timpului” cvadridimensional ce unifică noțiunile și observațiile care în spațiul tridimensional obișnuit aparțin unor categorii diferite. În ambele cazuri este vorba despre experiența unor spații multidimensionale ce depășesc cadrul senzorial și de aceea sunt aproape imposibil de exprimat în cuvinte.

Iată că abordarea fizicianului contemporan și cea a misticului din Orient, deși păreau la început complet diferite, au foarte multe în comun. Nu trebuie să ne surprindă faptul că descrierile lor dovedesc asemănări izbitoare. O dată acceptate, acestea vor genera anumite întrebări cu privire la implicații. Oare știința modernă, cu instrumentarul său sofisticat, nu face decât să redescopere străvechea înțelepciune care le este familiară maeștrilor din Orient de mii de ani? Ar trebui oare, ca fizicienii să abandoneze metoda științifică și să se întoarcă la meditație? Se pot influența reciproc știința și filosofia mistică; este oare cu puțință o sinteză între acestea două?

Cred că toate aceste întrebări au un răspuns negativ. Eu văd mistica și știința ca pe două manifestări complementare ale mentalului, ale facultăților sale intuitive și raționale. Fizicianul contemporan cercetează lumea printr-o extremă rafinare a rațiunii; misticul, printr-o extremă rafinare

a intuiției. Sunt două modalități de abordare complet diferite, care implică mult mai mult decât o anumită concepție despre lumea fizică. Dar ele sunt – așa cum ne-a învățat fizica să le numim – complementare. Nici una din ele nu poate fi înțeleasă în contextul celeilalte, nici una nu poate fi redusă la cealaltă; amândouă sunt necesare înțelegerii totale a lumii, completându-se reciproc. Ca să parafrazăm un vechi aforism chinez, misticii cunosc rădăcina lui *Tao*, dar nu și ramurile; oamenii de știință îi cunosc ramurile, dar nu și rădăcina. Știința nu are nevoie de mistică, mistica nu are nevoie de știință; dar oamenii au nevoie de amândouă. De filosofie mistică pentru a înțelege natura ultimă a lucrurilor, de știință pentru a trăi în societatea modernă. Nu de sinteza acestora două avem nevoie, ci de interacția dinamică dintre intuiția mistică și analiza științifică.

Până acum societatea noastră nu a ajuns la această performanță. Atitudinea noastră actuală este prea *yang* – ca să ne exprimăm în termenii filosofiei chineze –, prea rațională, masculină, prea agresivă. Oamenii de știință sunt ei înșiși un exemplu tipic în acest sens. Deși teoriile științifice pun în evidență un substrat filosofic apropiat viziunii mistice, este surprinzător cât de puțin afectează acest fapt atitudinea celor mai mulți oameni de știință. În accepția mistică, cunoașterea nu poate fi ruptă de un stil de viață care devine expresia vie a acestei cunoașteri. Dobândirea cunoașterii mistice presupune o transformare; s-ar putea spune că, de fapt, cunoașterea *este* transformare. Aceasta în timp ce cunoașterea științifică se menține adesea la nivel abstract, teoretic. De aceea, cei mai mulți dintre fizicienii de azi nu par deloc a-și da seama de implicațiile filosofice, culturale și spirituale ale teoriilor lor. Majoritatea fizicienilor sprijină activ o societate al cărei mecanism de funcționare are la bază concepția mecanicistă, fragmentară, neînțelegând că demersul științific depășește această viziune, năzuind spre unitatea cosmică ce include nu doar lumea materială, ci și ființa umană. Eu cred că viziunea asupra lumii conturată de teoriile fizicii moderne este în dezacord cu societatea

contemporană care nu reflectă armonioasa intercorelare observată în natură. Pentru a atinge starea de armonie dinamică va fi necesară formarea unei structuri socio-economice radical diferite, o revoluție culturală în adevăratul sens al cuvântului. Supraviețuirea întregii civilizații ar putea depinde de capacitatea noastră de a realiza o asemenea schimbare. Și va depinde în ultimă instanță de capacitatea noastră de a adopta ceva din atitudinea *yin* a filosofiei mistice orientale, de a percepe unitatea lumii și de a deprinde arta de trăi în armonie.

noua fizică revizuită - postfață la ediția a doua

De la prima publicare a cărții *The Tao of Physics* s-au înregistrat progrese considerabile în diferite domenii ale fizicii subatomice. Așa cum am arătat în prefața la această ediție, noile rezultate nu infirmă existența asemănărilor dintre fizică și filosofia orientală, ci dimpotrivă, le pun și mai bine în evidență. Aș dori să expun aici cele mai relevante rezultate obținute până în vara anului 1982.

Una din cele mai profunde transformări, care validează concepția conturată în filosofia mistică orientală, este legată de înțelegerea faptului că fenomenele naturii și componenții materiei sunt intercorelate, ca și de conștiința faptului că acestea nu pot fi concepute ca entități izolate, ci numai ca părți ale întregului cosmic. Noțiunea de „intercorelare cuantică” pe care am expus-o pe larg în capitolul 10, a fost subliniată de Bohr și Heisenberg pe parcursul istoriei teoriei cuantice. Dar, o dată cu conturarea în ultimele două decenii a ideii că Universul ar putea prezenta o intercorelare mult mai subtilă decât s-a crezut până nu demult, a început să i se acorde o atenție sporită. Noul tip de intercorelare luat recent în discuție nu numai că validează ipoteza existenței unei paralele între concepțiile fizicienilor și ale misticilor, dar ridică problema incitantă a posibilității de a stabili o legătură între fizica subatomică și teoria psihologului Jung și chiar între fizica subatomică și parapsihologie; în plus, pune într-o nouă lumină rolul fundamental al probabilității în fizica cuantică.

În fizica clasică se face apel la probabilități ori de câte ori este vorba despre detalii necunoscute ale evenimentului în discuție. De exemplu, la aruncarea unui zar s-ar putea – în principiu – stabili pe care față ar urma să cadă acesta dacă s-ar cunoaște toate detaliile mecanice: compoziția exactă a substanței din care este făcut zarul, starea suprafețelor sale etc. Aceste detalii sunt numite variabile locale, deoarece depind de obiectul studiat. În fizica subatomică variabilele locale sunt corelațiile stabilite între evenimentele separate prin semnale – particule sau sisteme de particule – care respectă legile obișnuite ale separării spațiale; de exemplu, aceea care statuează că nici un semnal nu poate fi transmis cu o viteză mai mare decât viteza luminii. Dar, pe lângă corelațiile locale, au fost puse în evidență corelații globale instantanee, a căror existență n-a putut fi încă prezisă pe baza unui formalism matematic.

Corelarea globală este considerată de unii fizicieni însăși esența realității cuantice. În teoria cuantică evenimentele individuale nu au întotdeauna o cauză bine definită. De exemplu, trecerea unui electron de pe o orbită atomică pe alta sau dezintegrarea unei particule se pot produce spontan, fără vreo cauză. Nu se poate preciza în nici un fel când și cum se va produce un asemenea eveniment; nu i se poate preciza decât probabilitatea de apariție. Asta nu înseamnă că fenomenele atomice se produc arbitrar; înseamnă doar că nu sunt determinate de cauze locale. Comportarea părții este determinată de conexiunile sale globale și, atâta timp cât acestea nu ne sunt cunoscute cu precizie, suntem nevoiți să înlocuim noțiunile clasice înguste de cauză și efect cu mult mai profundul concept de cauzalitate statistică. Legile fizicii atomice sunt legi statistice, conform cărora probabilitățile de producere a evenimentelor sunt determinate de dinamica întregului sistem atomic. În timp ce în fizica clasică proprietățile și comportarea părților le determină pe acelea ale întregului, în fizica cuantică situația se schimbă: întregul determină comportarea părții.

Așadar, probabilitatea este utilizată în fizica clasică din același motiv. În ambele cazuri există variabile „ascunse”, necunoscute nouă; iar necunoașterea lor ne împiedică să facem predicții exacte. Dar există o diferență esențială. În vreme ce variabila ascunsă a fizicii clasice reprezintă un mecanism local, aceea a fizicii cuantice este un mecanism global, o conexiune instantanee cu întregul Univers. În domeniul microscopic al experienței comune conexiunile globale sunt relativ lipsite de importanță și de aceea putem vorbi despre obiecte separate și putem formula legi care le descriu cu certitudine comportarea. Dar, pe măsură ce pătrundem în zona dimensiunilor microscopice, influența conexiunilor globale devine din ce în ce mai importantă, certitudinea cedează locul probabilității și separarea părții de întreg devine tot mai dificilă.

Existența conexiunilor globale și rolul fundamental al probabilității n-au fost niciodată acceptate de Einstein. Ele au constituit chiar obiectul disputei de idei dintre Einstein și Bohr în anii '20; Einstein și-a exprimat opoziția față de interpretarea dată de Bohr teoriei cuantice prin faimoasa metaforă „Dumnezeu nu joacă zaruri”¹. La sfârșitul dezbaterii, Einstein a trebuit, însă, să admită că teoria cuantică, așa cum era interpretată discursiv de Bohr și Heisenberg, constituia un sistem de gândire consistent; dar el a rămas cu convingerea că se va găsi cândva o interpretare deterministă în termenii variabilelor locale ascunse.

Dezacordul dintre Einstein și Bohr se datora credinței lui Einstein într-o realitate exterioară constând din elemente independente separate spațial. În tentativa de a demonstra inconsistența interpretării dată de Bohr teoriei cuantice, Einstein a conceput un experiment imaginar cunoscut sub numele de experimentul Einstein-Podolsky-Rosen (EPR)². După trei decenii, pornind de la experimentul EPR, John Bell a enunțat o teoremă care demonstrează că existența variabilelor ascunse este în total dezacord cu formulările statistice ale teoriei cuantice³. Teorema lui Bell a dat lovitura de grație atitudinii promovate de Einstein, arătând că ipoteza

realității care constă din elemente separate asupra cărora se exercită conexiuni locale este incompatibilă cu teoria cuantică.

În ultimii ani experimentul EPR a fost repus în discuție și analizat în repetate rânduri de către fizicienii care se preocupă de interpretarea filosofică a teoriei cuantice, deoarece el constituie exemplul ideal pentru evidențierea deosebirii dintre conceptele clasice și cele cuantice⁴. Pentru scopul pe care ni l-am propus este suficientă prezentarea unei versiuni simplificate; aceasta se referă la doi electroni aflați în mișcare de precesie și are la bază interpretarea dată de David Bohm.⁵ Pentru a putea ajunge la fondul problemei este necesar să înțelegem câteva dintre proprietățile spinului electronului. Imaginea clasică a mingii de tenis care se rotește în jurul axei proprii nu corespunde pe deplin descrierii spinului particulelor subatomice. Într-un anumit sens, spinul reprezintă o rotație în jurul axei proprii, dar ca întotdeauna, se dovedește că pentru fizica subatomică acest concept clasic are un caracter limitat. În cazul electronului, spinul admite doar două valori: valoarea absolută este întotdeauna aceeași, dar electronul se poate roti în jurul unei singure axe în două sensuri: în sensul acelor de ceasornic sau în sens invers acelor de ceasornic. Fizicienii desemnează adesea aceste două sensuri prin „sus” și „jos”.

Proprietatea crucială a spinului electronic, fără semnificație în contextul fizicii clasice, constă în aceea că axa de rotație nu poate fi definită întotdeauna cu certitudine. Așa cum prezintă tendințe de a se afla în anumite puncte din spațiu, tot așa electronii prezintă și tendințe de a efectua mișcări de precesie în jurul unor axe. Ori de câte ori se efectuează măsurători referitoare la o anumită axă de rotație, se constată că electronul poate efectua o mișcare de precesie într-un sens sau în celălalt în jurul axei respective. Cu alte cuvinte, prin însuși actul observației se alocă particulei o anumită axă de precesie; dar înainte de realizarea acestui act nu se poate spune că electronul se rotește în jurul unei axe bine definite ci, mai degrabă, că are tendința – sau potențialitatea – de a o face.

Cunoscând aceste proprietăți ale spinului electronic putem analiza acum experimentul EPR și teorema lui Bell. Experimentul se referă la doi electroni care prezintă mișcări de precesie în sensuri opuse, astfel încât spinul lor total să fie egal cu zero. Există mai multe metode experimentale prin care electronii pot să fie aduși într-o asemenea stare, astfel încât fără a cunoaște direcțiile spinilor individuali să fim siguri că spinul lor total este nul. Să presupunem acum că aceste două particule sunt deplasate cumva, dar în așa fel încât să nu le fie afectat spinul. Pe măsură ce particulele se depărtează una de cealaltă spinul lor total rămâne nul; o dată ce ajung să fie separate printr-o distanță suficient de mare, li se măsoară spinii individuali. Un aspect important al experimentului constă în aceea că distanța dintre particule poate fi oricât de mare: una se poate afla la New York și cealaltă la Paris, sau una pe Pământ și cealaltă pe Lună.

Să presupunem că spinul particulei 1 este măsurat de-a lungul unei axe verticale și se constată că este „sus”. Datorită faptului că spinul total al celor două particule este nul, măsurătoarea ne spune că spinul celei de-a doua trebuie să fie „jos”. Astfel, prin simpla măsurare a spinului particulei 1 efectuăm o măsurare indirectă a spinului particulei 2, deci, fără a acționa în vreun fel asupra ei. Caracterul paradoxal al experimentului EPR vine din aceea că observatorul este liber să își aleagă axa pentru măsurătoare. Teoria cuantică ne spune că spinii a doi electroni vor avea valori opuse pentru o axă dată, dar, înainte ca actul măsurării să fie săvârșit, ei vor exista numai ca tendințe. Alegerea de către observator a unei anumite axe și efectuarea măsurării conferă ambelor particule o axă de precesie bine definită. Esențial este faptul că nici unul nu alege în ultima clipă axa, adică exact atunci când electronii se află deja la distanță foarte mare unul de celălalt. În fracțiunea de secundă în care se efectuează măsurarea asupra particulei 1 particula 2 – care se poate afla la mii de mii de depărțare – va adopta un spin bine definit de-a lungul unei axe alese înainte de a ști particula 2 ce axă am ales noi? Nu există nici un

semnal convențional care să transmită instantaneu această informație.

În aceasta constă cheia experimentului EPR și la acest nivel se plasează conflictul de idei dintre Einstein și Bohr. După părerea lui Einstein, de vreme ce nici un semnal nu se poate propaga cu viteză mai mare decât viteza luminii, este imposibil ca măsurătoarea efectuată asupra unui electron să determine instantaneu direcția spinului celuilalt electron aflat la mii de mile depărtare. După părerea lui Bohr, sistemul celor două particule este un întreg indivizibil chiar dacă particulele sunt separate printr-o distanță enormă; sistemul nu poate fi analizat la nivelul părților. Deși cei doi electroni se află departe unul de celălalt, ei sunt legați prin conexiuni globale, instantanee. Aceste conexiuni nu reprezintă semnale în sensul einsteinian; ele nu au nimic de-a face cu noțiunea convențională de transfer de informație. Teorema lui Bell validează poziția lui Bohr și demonstrează cu rigurozitate că ideea lui Einstein de realitate fizică alcătuită din elemente separate este incompatibilă cu legile teoriei cuantice. Altfel spus, teorema lui Bell demonstrează că Universul este un tot inseparabil, interdependent, al cărui aspect fundamental îl constituie proprietatea de interconectare a părților. Adică, așa cum arăta înțeleptul budist Nagarjuna cu sute de ani în urmă,

Toate lucrurile își află esența în dependența mutuală; ele nu sunt nimic prin ele însele.

Cercetarea actuală urmărește realizarea unificării celor două teorii de bază, teoria cuantică și teoria relativității, într-o teorie completă a particulelor subatomice. Până acum nu s-a reușit formularea unei asemenea teorii complete, dar dispunem deja de câteva modele parțiale care descriu foarte bine unele aspecte ale fenomenologiei la nivel subatomic. În prezent există în fizică două tipuri diferite de teorii „cuantic-relativiste” care și-au dovedit valabilitatea în domenii diferite. Unul dintre ele este grupul de teorii cuantice de câmp (vezi capitolul 14) care s-au dovedit foarte utile în descrierea interacțiilor tari. Marea problemă care rămâne încă nerezolvată este cea legată de unificarea teoriei

cuantice și a teoriei generale a relativității într-o teorie cuantică a gravitației. Deși recente progrese în elaborarea teoriilor „supergravitației”⁶ reprezintă un pas înainte, totuși nu s-a găsit până acum teoria pe deplin satisfăcătoare.

Teoriile cuantice de câmp, descrise în detaliu în capitolul 14, se bazează pe conceptul de câmp cuantic, entitate fundamentală cu dublă manifestare – continuă, deci câmp și discontinuă, deci particulă – care face ca fiecărui tip de câmp să i se asocieze un anumit tip de particulă. Aceste teorii au înlocuit noțiunea de particulă ca obiect fundamental cu aceea mult mai subtilă de câmp cuantic. Cu toate acestea, ele operează cu entități fundamentale și datorită acestui fapt sunt teorii semiclasice care nu evidențiază suficient natura cuantic-relativistă a materiei subatomice.

Electrodinamica cuantică, prima teorie cuantică de câmp, își datorează succesul faptului că interacțiunile electromagnetice sunt atât de slabe încât permit menținerea în cadru destul de larg a distincției clasice dintre materie și forțele de interacție*. Același lucru este valabil și pentru teoriile care se ocupă de interacțiunile slabe. Asemănarea dintre interacțiunile electromagnetice și cele slabe a fost subliniată cu putere prin recenta dezvoltare a unui nou tip de teorii cuantice de câmp, numite teorii comparative, ceea ce a făcut posibilă unificarea celor două tipuri de interacții. În noua teorie – cunoscută sub numele de teoria Weinberg-Salam, după numele celor doi autori principali, Steven Weinberg și Abdus Salam – cele două interacții sunt în continuare de naturi diferite, dar din punct de vedere matematic sunt unite și denumite cu un termen generic interacții „electro-slabe”.

Și interacțiunile tari au fost reconsiderate în lumina teoriei comparative; s-a născut astfel o teorie de câmp numită cromodinamică cuantică (QCD), mulți fizicieni încercând acum să realizeze „marea unificare” a teoriilor

* În termeni tehnici, aceasta înseamnă că există o constantă de cuplaj electromagnetic atât de mică, încât dezvoltarea în serie în ipoteza perturbațiilor constituie o aproximație excelentă.

QCD și Weinberg-Salam⁸. Cu toate acestea, utilizarea teoriilor comparative pentru descrierea interacțiilor tari pune mari probleme. Interacțiile hadronilor sunt atât de puternice, încât distincția dintre particule și forțe se șterge; de aceea, QCD n-a prea reușit să descrie procesele asociate cu interacțiile tari. Ea se aplică numai câtorva fenomene – așa-numitele procese de împrăștiere „total inelastică” – în care, din motive încă insuficient cunoscute, particulele se comportă ca niște obiecte clasice. În ciuda eforturilor susținute, fizicienii n-au putut aplica QCD decât sferei reduse a acestor fenomene și, din această cauză, speranța că QCD ar putea reprezenta cadrul teoretic necesar descrierii proprietăților particulelor care se supun interacțiilor tari, nu s-a împlinit până în prezent.

Cromodinamica cuantică constituie formularea matematică a modelului quark-urilor (vezi capitolul 16); atributul cuantic se datorează faptului că fiecărui quark i se asociază un câmp, iar termenul „cromo” se referă la proprietățile de culoare ale câmpurilor de quark. Ca toate teoriile comparative, QCD a fost elaborată după modelul electrodinamicii cuantice (QED). În timp ce în QED interacțiile electromagnetice sunt mediate de schimbul de fotoni între particulele încărcate, în QCD interacțiile tari sunt mediate de schimbul de „gluoni” între quark-uri de diferite culori. Acești gluoni nu sunt particule reale, ci un fel de cuante care „lipesc” quark-urile spre a forma mezonii și barioni.¹⁰

În ultimele decenii, pe măsură ce erau descoperite noi particule în experimente de ciocnire la energii din ce în ce mai înalte, modelul quark-urilor a trebuit să fie extins și rafinat în mod considerabil. După cum s-a arătat în capitolul 16, fiecare din quark-urile a căror existență fusese postulată la început și care fuseseră numite arome – adică *up* („sus”), *down* („jos”) și *strange* („straniu”) – apărea în trei variante cromatice; mai târziu, s-a postulat existența unui al patrulea quark, prezent la rândul său în trei variante cromatice și numit *charm* („farmec”). Recent au fost adăugate modelului alte două arome notate t și b pentru *top* („vârf”) și *bottom* („fund”) – sau, mai poetic, *true* („adevăr”) și *beautiful*

(„frumusețe”) –, ajungându-se astfel la un număr total de optsprezece quark-uri – șase arome a câte trei culori. Nu surprinde deloc faptul că unii fizicieni găsesc numărul mare de blocuri elementare total neatrăgător și sunt de părere că ar fi timpul să se caute constituenți mai mici, „elementari”, ai quark-urilor.

Pe măsură ce teoreticienii își sporeau eforturile în vederea găsirii unui model, experimenterii au continuat și ei să caute quark-uri libere, fără a reuși vreodată să le detecteze; această absență a quark-urilor libere a devenit problema centrală a modelului de quark. În cadrul QCD fenomenul a primit numele de confinare a quark-urilor – expresie care sugerează faptul că respectivele quark-uri ar fi, dintr-un motiv oarecare, permanent confinate în interiorul hadronilor și de aceea nu vor putea fi văzute niciodată. S-au propus câteva mecanisme care să explice confinarea quark-urilor, dar până acum nu s-a formulat nici o teorie consistentă.

Iată, așadar, care este situația actuală a modelului de quark: pentru a justifica structurile observate în spectrul hadronic este necesar să se postuleze existența a 18 quark-uri și a 8 *gluoni*; nici una din aceste particule nu a fost pusă în evidență ca particulă liberă, iar presupunerea că ele constituie elemente componente ale hadronilor duce la dificultăți teoretice serioase; s-au propus numeroase mecanisme pentru a explica permanenta lor confinare, dar nici unul nu se constituie într-o teorie dinamică satisfăcătoare; aceasta în timp ce QCD, cadrul teoretic al modelului quark-urilor, nu se aplică decât unui grup restrâns de fenomene. Și totuși, în ciuda atâtor dificultăți, cei mai mulți fizicieni se agață încă de ideea de materie compusă din blocuri elementare, idee atât de înrădăcinată în tradiția științifică occidentală.

Poate cele mai impresionante progrese în fizica particulelor elementare s-au produs recent în cadrul teoriei matricelor S și în cadrul ipotezei *bootstrap* (vezi capitolele 17 și 18); aceste teorii resping ideea entităților elementare și încearcă să înțeleagă natura exclusiv în perspectiva

self-consistenței. Am afirmat cu toată convingerea în această carte că eu consider filosofia *bootstrap* drept punct culminant al gândirii științifice curente și am subliniat faptul că ea este cea care se apropie cel mai mult de gândirea orientală, atât ca sistem filosofic general, cât și ca descriere a materiei. Dar în același timp ea reprezintă o modalitate foarte dificilă de abordare a fizicii, adoptată în prezent de un număr foarte redus de fizicieni. Pentru majoritatea membrilor comunității fizicienilor, filosofia *bootstrap* este prea străină modului de gândire tradițional pentru a fi luată în serios și subaprecierea se extinde și asupra teoriei matricei S. Este deopotrivă curios și semnificativ faptul că, deși toți cei care se ocupă de fizica particulelor recurg la conceptele de bază ale teoriei matricei S și ale ipotezei *bootstrap* ori de câte ori analizează rezultatele experimentelor de ciocnire și le compară cu predicțiile teoretice, nici măcar un singur premiu Nobel nu a fost până acum acordat vreuneia dintre personalitățile remarcabile care și-au adus contribuția la dezvoltarea teoriei matricei S în ultimele două decenii.

Cea mai mare ambiție a acestei teorii a fost aceea de a justifica structura de quark a particulelor subatomice. Deși modul în care înțelegem în prezent lumea subatomică interzice existența quark-urilor ca entități fizice separate, nu este nici o îndoială că hadronii prezintă simetrii de quark ce vor trebui explicate de orice teorie corectă a interacțiilor tari. Până de curând, abordarea *bootstrap* nu putea explica regularitățile evidente, dar în ultimii șase ani s-au înregistrat progrese majore. A rezultat o teorie *bootstrap* a particulelor care explică structurile de quark observate fără a avea nevoie să postuleze existența fizică a quark-urilor. Mai mult, noua teorie *bootstrap* aduce la lumină câteva întrebări care nu fuseseră înțelese anterior.¹¹

Pentru a înțelege esența acestei noi dezvoltări este necesar să se clarifice semnificația structurilor de quark în contextul teoriei matricei S. În timp ce în cadrul modelului quark-urilor particulele sunt descrise ca niște bile de biliard care conțin bile de biliard mai mici, abordarea S-matriceală – cuprinzătoare și profund dinamică – consideră particulele drept structuri energetice într-un proces universal în

desfășurare, corelații sau interconexiuni între diferitele părți ale rețelei cosmice. Într-un asemenea context, termenul „structură de quark” se referă la faptul că transportul de energie și transferul de informații în această rețea de evenimente se desfășoară de-a lungul unor direcții bine definite, producând structuri duble asociate mezonilor și triple asociate barionilor. Acesta reprezintă echivalentul dinamic al afirmației conform căreia hadronii se compun din quark-uri. În teoria matricei S nu există entități distincte și nici componente elementari; nu există decât un flux de energie care urmează anumite scheme.

Întrebarea este: cum apar structurile de quark specifice? Elementul-cheie în noua teorie *bootstrap* îl constituie noțiunea de ordine ca aspect fundamental al fizicii particulelor. Termenul de ordine se referă în acest context la relațiile de ordine specifice interconectării proceselor sub-atomice. Reacțiile dintre particule pot avea loc în diverse moduri asociate unor categorii de ordine. Pentru a clasifica aceste categorii de ordine se apelează la terminologia topologiei – binecunoscută matematicienilor, dar niciodată până acum aplicată fizicii particulelor. Odată cu încadrarea conceptului de ordine în formalismul matematic al teoriei matricei S , se observă că numai câteva categorii speciale de relații de ordine se dovedesc compatibile cu proprietățile matricei S . Este vorba tocmai despre structurile de quark observate în experimente. Astfel, structura de quark apare ca o manifestare a ordinii și o consecință necesară a self-consistenței, fără a mai fi necesar să se postuleze existența quark-urilor ca elemente componente ale hadronilor.

Ordinea, ca noțiune centrală în fizica particulelor, a revoluționat teoria matricei S , dar nu numai atât; implicațiile sale se pot extinde asupra științei întregi. În prezent, semnificația ordinii în fizica subatomică este învăluită în mister, nefiind pe deplin investigată. Este, totuși, demn de reținut faptul că, la fel ca și cele trei principii ale teoriei matricei S , noțiunea de ordine joacă un rol de primă importanță în abordarea științifică a realității și constituie un aspect fundamental al metodelor noastre de observare.

Capacitatea de a detecta relații de ordine pare să reprezinte o caracteristică esențială a intelectului; însăși percepția unei structuri echivalează, în mare măsură, cu percepția ordinii. Clarificarea conceptului de ordine într-un domeniu al cercetării în care structurile materiei și cele ale mentalului încep să fie recunoscute ca reflexii reciproce, promite deschiderea unor căi nebănuite și fascinante în cunoaștere.

După Geoffrey Chew – părintele ipotezei *bootstrap*, personalitatea cea mai profund implicată în dezvoltarea teoriei matricei S și promotorul filosofiei *bootstrap* în ultimele două decenii – extinderea abordării *bootstrap* dincolo de descrierea hadronilor ar putea implica necesitatea includerii studiului explicit al conștiinței în viitoarele teorii despre materie. „Un asemenea pas”, scria Chew, „ar putea reprezenta cu mult mai mult decât oricare altă realizare în domeniul *bootstrap*-ului hadronilor... S-ar putea ca eforturile depuse astăzi în cercetarea *bootstrap*-ului hadronic să nu reprezinte decât debutul unei strădanii intelectuale de un cu totul alt tip.”

Au trecut cincisprezece ani de când Chew a scris aceste cuvinte și în acest timp dezvoltarea teoriei matricei S l-a apropiat pe Chew de cercetarea explicită a conștiinței. Dar el nu este singurul fizician care se îndreaptă în această direcție. Una din cele mai importante contribuții la cercetarea recentă și-a adus-o David Bohm, care a mers poate mai departe decât oricare altul cu studiul corelației dintre conștiință și materie în contextul științei. Abordarea lui Bohm este mult mai generală și mai ambițioasă decât aceea specifică actualei teorii a matricei S și poate fi considerată o tentativă de a realiza conexiunea spațiu-timpului cu câteva din conceptele fundamentale ale teoriei cuantice pentru a elabora o teorie cuantic-relativistă a materiei.¹²

Punctul de plecare îl constituie, pentru Bohm – așa cum am arătat în capitolul 10 – noțiunea de „întreg indestructibil”; el vede conexiunile non-locale evidențiate de experimentul EPR ca pe un aspect esențial al acestei unități. Se dovedește acum că aceste conexiuni non-locale reprezintă cauza formulării statistice a legilor teoriei cuantice, dar

Bohm merge încă și mai departe, dincolo de probabilitate, și explorează la un nivel mai profund, al „non-manifestării”, ordinea pe care el o consideră inerentă rețelei cosmice de conexiuni. El denumeste aceasta „ordine de implicare” sau „ordine de cuprindere”, o ordine în care conexiunile întregului n-au nimic de-a face cu localizarea în timp și spațiu, ci evidențiază o calitate pe de-a-ntregul diferită – proprietatea de implicare mutuală.

Bohm face o analogie între ordinea de implicare și tehnica holografică pornind de la acea proprietate a hologramei care face ca fiecare zonă a sa să conțină într-un anume fel întregul.¹³ La iluminarea oricărei zone a unei holograme se reconstruiește întreaga imagine, chiar dacă nu mai sunt vizibile toate detaliile hologramei complete. În concepția lui Bohm, realitatea este structurată pe aceleași principii, întregul fiind cuprins în fiecare din părțile sale.

Bohm este, desigur, conștient de faptul că analogia cu holograma este prea limitată pentru a putea juca rolul de model științific al ordinii de implicare la nivel subatomic; pentru a putea exprima caracterul esențialmente dinamic al realității specific acestui nivel, el a născocit termenul „holomișcare” ce descrie realitatea tuturor entităților manifeste. Holomișcarea este, în viziunea lui Bohm, fenomenul dinamic care generează toate formele universului material. El își propune să studieze ordinea cuprinsă în această holomișcare nu ocupându-se de structura obiectelor, ci de structurile mișcării și luând astfel în considerare atât unitatea cât și dinamica Universului.

După părerea lui Bohm, spațiul și timpul sunt forme ale holomișcării; la rândul lor, sunt cuprinse în ordinea acesteia. Bohm crede că înțelegerea ordinii de implicare nu va permite doar o mai profundă înțelegere a probabilității în teoria cuantică, ci și stabilirea proprietăților fundamentale ale spațiu-timpului. În acest fel, teoria ordinii de implicare va constitui baza teoriei cuantice și a teoriei relativității.

Pentru înțelegerea ordinii de implicare, Bohm consideră că este necesar să trateze conștiința ca pe un aspect esențial al holomișcării și să o ia în considerare în mod

explicit în teoria sa. El vede mentalul și materia ca fiind interdependente și corelate, dar nu într-o relație cauzală. Ele reprezintă proiecții ce se cuprind reciproc, ale unei realități superioare care nu este nici materie și nici conștiință.

În prezent, teoria lui Bohm se află încă într-un stadiu incipient, dar, deși el elaborează un formalism matematic ce cuprinde calculul matriceal și topologia, cele mai multe din afirmațiile sale au caracter mai mult calitativ decât cantitativ. Cu toate acestea, pare să existe un paralelism interesant, manifestat chiar în acest stadiu, între teoria sa – a ordinii de implicare – și teoria *bootstrap* a lui Chew. Ambele moduri de abordare au la bază aceeași concepție despre lume ca rețea de corelații dinamice; amândouă atribuie rolul principal noțiunii de ordine; amândouă utilizează calculul matriceal pentru a exprima schimbarea și transformarea și topologia pentru a clasifica relațiile de ordine. În sfârșit, ambele recunosc conștiința ca pe un aspect esențial al Universului, aspect ce va trebui inclus în viitoarele teorii ale fenomenelor fizice. O asemenea teorie s-ar putea contura prin combinarea teoriilor lui Bohm și Chew, adică a celor două teorii care reprezintă astăzi cele mai profunde moduri de abordare a realității fizice.



I. CALEA FIZICII

1. Fizica modernă – calea sufletului?

1. Oppenheimer J.R., *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1945), pag. 8-9.
2. Bohr N., *Atomic Physics and Human Knowledge* (John Wiley & Sons, New York, 1958), pag. 20.
3. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 173.
4. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 78.
5. *Brihad-aranyaka Upanishad*, 3.7.15.

2. A cunoaște, a vedea

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 125.
2. Chuang Tzu, trad. Legge James, ediție îngrijită de Clae Waltham (Ace Books, New York, 1971), cap. 26.
3. *Katha Upanishad*, 3.15.
4. *Kena Upanishad*, 3.
5. Citat în: Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 85.
6. James W., *The Varieties of Religious Experience* (Fontana, London, 1971), pag. 374.

7. Russel B., *History of Western Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1961), pag. 56.
8. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 237.
9. Needham J., op. cit., vol.II, pag. 33.
10. Din Zenrin Kushi, în I. Muira & R. Fuller Sasaki, *The Zen Koan* (Harcourt-Brace, New York, 1965), pag. 103.
11. Suzuki D.T., *Outlines of Mahayana Buddhism* (Schocken Books, New York, 1963), pag. 235.
12. Castaneda C., *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971), pag. 10.
13. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. de Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 41.
14. Idem, cap. 48.
15. Chuang Tzu, op. cit., cap 13.
16. În vol. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 53-54.
17. Coomaraswamy A. K., *Hinduism and Buddhism*, (Philosophical Library, New York, 1943), pag. 33.
18. Watta A. W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 183.
19. Idem, pag. 187.

3. Dincolo de limbaj

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 177.
2. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 239.
3. Heisenberg W., op. cit., pag. 178-179.
4. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 26.
5. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 135.
6. Heisenberg W., op. cit., pag. 42.

4. Noua fizică

1. Suzuki D. T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 7.
2. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 145.

3. Schilpp P.A. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949), pag. 45.
4. Bohr N., *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934), pag. 2.
5. Aurobindo S., *On Yoga II* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1958), Tome One, pag. 327.
6. Citat în: Capek M., *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961), pag. 7.
7. Idem, pag. 36.
8. Crosland M.P.(ed.), *The Science of Matter* (History of Science Readings, Penguin Books, Harmondsworth, 1971), pag. 76.
9. Citat în: Capek M., op. cit., pag. 122.
10. Citat în: Jeans J., *The Growth of Physical Science* (Cambridge University Press, London, 1951), pag. 237.
11. *Tables of Particles Properties*, publicat de Particle Data Group in Physics Letters, vol. 50B, Nr. 1, 1974.

II. CALEA MISTICĂ

5. Hinduismul

1. *Mundaka Upanishad*, 2.2.3.
2. *Bhagavad Gita*, 4.42.
3. *Bhagavad Gita*, 13.12.
4. *Maitri Upanishad*, 6.17.
5. *Brihad-aranyaka Upanishad*, 1.4.6.
6. *Chandogya Upanishad*, 6.9.4.
7. *Bhagavad Gita*, 8.3.
8. Idem, 3.27-8.
9. *Brihad-aranyaka Upanishad*, 4.3.21.

6. Budismul

1. *Dhammapada*, 113.
2. *Digha Nikaya*, ii. 154.
3. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 122.

4. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 54.

7. Gândirea chineză

1. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 13.
2. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 35.
3. Fung Yu-Lan, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 14.
4. Chuang Tzu, op. cit., cap. 22.
5. Citat în: Needham J., op. cit., vol. II, pag. 51.
6. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. Ch'ü Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 40 și 25.
7. Idem, cap. 29.
8. Wang Ch'ung, A.D. 80, citat în: Needham J., op. cit., vol. IV, pag. 7.
9. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 297.
10. Kuei Ku Tzu, sec. al IV-lea î.Hr., citat în: J. Needham, op. cit., vol. IV, pag. 6.
11. Chuang Tzu, op. cit., cap. 22.
12. Wilhelm R., op. cit., pag. xlvii.
13. Idem, pag. 321.
14. Idem, pag. 348.

8. Taoismul

1. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 22.
2. Idem, cap. 24.
3. Idem, cap. 2.
4. Idem, cap. 13.
5. *Bhagavad Gita*, 2.45.
6. Citat în: Fung Yu-Lan, *A Short History Of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 112.
7. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. Ch'ü Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 36.
8. Idem, cap. 22.
9. Chuang Tzu, op. cit., cap. 17

10. Kirk G.S., *Heraclitus - The Cosmic Fragments* (Cambridge University Press, London, 1970), pag. 307.
11. Idem, pag. 105, 184.
12. Idem, pag. 149.
13. Lao Tzu, op. cit., cap. 2.
14. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 88.
15. Idem, pag. 68-69.
16. Lao Tzu, op. cit., cap. 48.
17. Lao Tzu, op. cit., cap. 71, 2.
18. Chuang Tzu, op. cit., cap. 16.

9. Filosofia Zen

1. Chuang Tzu, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971), cap. 22.
2. Watts A.W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 87.
3. Reps P., *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York), pag. 96.
4. Suzuki D.T., *Zen and Japanese Culture* (Bollingen Series, New York, 1959), pag. 16.
5. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 49.
6. *Din Zenrin kushu*; în vol. Watts A.W., op. cit., pag. 134.

III. PARALELISME

10. Unitatea tuturor lucrurilor

1. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 55.
2. Idem, pag. 93.
3. Stapp H.P., „S-Matrix Interpretation of Quantum Theory“, *Physical Review*, vol. D3 (March 15th, 1971), pag. 1303-1320.
4. Idem, pag. 1303.
5. Bohr N., *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934), pag. 57.

6. Bohm D. & Hiley B., „On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory“, *Foundations of Physics*, vol. 5 (1975).
7. Aurobindo S., *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 993.
8. Nagarjuna, citat în: Murti T.R.V., *The Central Philosophy of Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1955), pag. 138.
9. Stapp H.P., op. cit., pag. 1310.
10. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 96.
11. *Mundaka Upanishad*, 2.2.5.
12. Heisenberg W., op. cit., pag. 75.
13. Idem, pag. 57.
14. Wheeler J.A., citat în: Mehra J.(ed.), *The Physicist's Conception of Nature* (D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973), pag. 244.
15. *Brihad-aranyaka Upanishad*, 4.5.15.
16. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 6.
17. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 93.

11. Dincolo de lumea contrariilor

1. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. Ch'ü Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 1.
2. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 18.
3. Citat în: Watts A.W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 117.
4. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 297.
5. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 136.
6. Weisskopf V.F., *Physics in the Twentieth Century - Selected Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972), pag. 30.
7. Oppenheimer J.R., *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1954), pag. 42-43.
8. *Iśa-Upanishad*, 5.

9. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 59.
10. Lama Angarika Govinda, „Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe“, *The Middle Way*, vol. 36 (February 1962), pag. 152.

12. Spațiu-timp

1. Schlipp P.A. (ed.), *Albert Einstein; Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949), pag. 250.
2. *Madhyamika Karika Vrtti*, citat în: T.R. Murti, *The Central Philosophy of Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1955), pag. 198.
3. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. III, pag. 458.
4. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 107.
5. Sachs M., „Space time and Elementary Interactions in Relativity“, *Physics Today*, vol. 22 (February 1969), pag. 53.
6. Einstein A. et al., *The Principle of Relativity* (Dover Publications, New York, 1923), pag. 75.
7. Aurobindo S., *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 993.
8. Suzuki D.T., prefață la: B.L. Suzuki, *Mahayana Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1959), pag. 33.
9. Chuang Tzu, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971), cap. 2.
10. Citat în: A.W. Watts, *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 201.
11. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 148-149.
12. Schlipp P.A., op. cit., pag. 114.
13. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 116.
14. Dogen Zenji, *Shobogenzo*; în vol. J. Kennett, *Selling Water by the River* (Vintage Books, New York, 1972), pag. 140.
15. Govinda, op. cit., pag. 270.
16. Vivekananda S., *Jnana Yoga* (Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972), pag. 109.

13. Universul dinamic

1. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 53.
2. Castaneda C., *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971), pag. 8.
3. Radhakshnan S., *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951).
4. *Brihad-aranyaka Upanishad*, 2.3.3.
5. *Bhagavad Gita*, 8.3.
6. Idem, 3.24.
7. Radhakrishnan S., op. cit., pag. 367.
8. Ts'ai-ken t'an: citat în: Leggett T., *A First Zen Reader* (C.E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972), pag. 229 și în: N.W. Ross, *Three Ways of Asian Wisdom* (Simon & Schuster, New York, 1966), pag. 144.
9. Lovell A.C.B., *The Individual and the Universe* (Oxford University Press, London, 1958), pag. 93.
10. *Bhagavad Gita*, 9.7-10.
11. *Digha Nikaya*, ii 198.
12. Suzuki D.T., op. cit., pag. 55.
13. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 478.

14. Vid și formă

1. Hoyle F., *Frontiers of Astronomy* (Heinemann, London, 1970), pag. 304.
2. Citat în: Capek M., *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961), pag. 319.
3. *Chandogya Upanishad*, 4.10.4.
4. *Kuan-tzu*, trad. Rickett W.A. (Hong Kong University Press, 1965), XIII, 36: o impresionantă lucrare socio-filosofică, atribuită conform tradiției unui mare om de stat din secolul al VII-lea î.Hr., Kuang Chung; mai probabil, o compilație de texte realizată prin secolul al III-lea î.Hr., care reflectă influența mai multor școli filosofice.
5. *Chandogya Upanishad*, 3.14.1.
6. Weyl H., *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton University Press, 1949), pag.171.

7. Citat în: Fung Yu-lan, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 279.
8. Idem, pag. 208.
9. Thirring W., „Urbausteine der Matreie“, *Almanach de Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, vol. 118 (1968), pag. 160.
10. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. IV, pag. 8-9.
11. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 223.
12. *Prajna-paramita-hridaya Sutra*, în vol. F.M Muller (ed.), *Sacred Books of the East* (Oxford University Press, London, 1890), vol. XLIX, „Buddhist Mahayana Sutras“.
13. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 62.
14. Comentariu la hexagrama Yu, Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 68.
15. Thirring W., op. cit., pag. 159.
16. Needham J., op. cit., vol. IV, pag. 33.

15. Dansul cosmic

1. Ford K.W., *The World of Elementary Particles* (Blaisdell, New York, 1965), pag. 209.
2. David-Neel A., *Tibetan Journey* (John Lane, The Bodley Head, London, 1936), pag. 186-187.
3. Coomaraswamy A.K., *The Dance of Shiva* (The Noonday Press, New York, 1969), pag. 78.
4. Zimmer H., *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation* (Princeton University Press, 1972), pag. 155.
5. Coomaraswamy A.K., op. cit., pag. 67.

17. Structuri ale schimbării

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 96.
2. Chew G.F., „Impasse for the Elementary Particle Concept“, *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974), pag. 99.
3. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 79, 86.

4. Lankavatara Sutra, în vol. D.T. Suzuki, *Studies in the Lankavatara Sutra* (Routledge & Kegan Paul, London, 1952), pag. 242.
5. Radhakrishnan S., *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951), pag. 369.
6. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 315.
7. Wilhelm H., *Change* (Harper Torchbooks, New York, 1964), pag. 19.
8. Wilhelm R., op. cit., pag. 348.
9. Idem, pag. 352.
10. Wilhelm R., op. cit., pag. I.

18. Întrepătrunderea

1. Chew G. F., „Bootstrap: A Scientific Idea?“, *Science*, vol. 161 (May 23rd, 1968), pag. 762-765; „Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?“, *Physics Today*, vol. 23 (October 1970), pag. 23-28; „Impasse for the Elementary Particle Concept“, *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974), vol. XX, pag. xx.
2. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 538.
3. Chew G. F., „Bootstrap: A Scientific Idea?“, op. cit., pag. 762-763.
4. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. Ch'ü Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 25.
5. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 582.
6. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 484.
7. Idem, pag. 558, 567.
8. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 566.
9. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 56.
10. Reps P., *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York), pag. 104.
11. Idem, pag. 119.
12. Ashvaghosha, op. cit., pag. 104.
13. Aurobindo, *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 989.
14. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 150.

15. Idem, pag. 183-184.
16. Chew G.F., *Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?*, op. cit., pag. 27.
17. Chew G.F., Gell-Mann M. and Rosenfeld H., „Strongly Interacting Particles“, *Scientific American*, vol. 210 (February 1964), pag. 93.
18. Eliot C., *Japanese Buddhism* (Routledge & Kegan Paul, London, 1959), pag. 109, 110.
19. Suzuki D.T., op. cit., pag. 148.
20. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 52.
21. Wiener P.P., *Leibniz-Selections* (Charles Scribner's Sons, New York, 1951), pag. 547.
22. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 496 ff.
23. Wiener P. P., op. cit., pag. 533.
24. Idem, pag. 161.
25. Chew G.F., „Bootstrap: A Scientific Idea?“, op. cit., pag. 763.
26. Wigner E.P., *Symmetries and Reflections - Scientific Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970), pag. 172.
27. Chew G.F., „Bootstrap: A Scientific Idea?“, op. cit., pag. 765.
28. Lao Tzu, *Tao Te Ching*, trad. Ch'ü Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 81.

EPILOG

1. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 225.

NOUA FIZICĂ REVIZUITĂ

1. Schilpp P.A. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*.
2. Bohm D., *Quantum Theory* (Prentice-Hall, New York, 1951), pag. 614 ff.
3. Stapp H.P., op. cit.
4. d'Espagnat B., „The Quantum Theory and Reality“, *Scientific American* (November 1979).
5. Bohm D., *Quantum Theory*, pag. 614 ff.
6. Freeman D.Z. și van Nieuwenhuizen P., „Supergravity and the Unification of the Laws of Physics“, *Scientific American* (April 1981).

7. Hooft G. 't, „Gauge Theories of the Forces between Elementary Particles“, *Scientific American* (June 1980).
8. Georgi H., „A Unified Theory of Elementary Particles and Forces“, *Scientific American* (April 1981).
9. Pentru o trecere în revistă a succeselor și eșecurilor teoriei QCD, a se vedea Appelquist T., Barnett R. M. and Lane K., „Charm and Beyond“, *Annual Review of Nuclear and Particle Science* (1978).
10. Cea mai recentă și detaliată trecere în revistă a teoriei QCD și modelului de quark se găsește în Georgi H., op. cit.
11. Capra F., „Quark Physics Without Quarks“, *American Journal of Physics* (January 1979); „Bootstrap Theory of Particles“, *Re-Vision* (Fall/Winter 1981).
12. Bohm D., *Wholeness and the Implicate Order* (Routledge & Kegan Paul, London, 1980).
13. Holografia reprezintă o tehnică de fotografiere fără lentile care are la bază fenomenul de interferență a undelor luminoase; ceea ce rezultă se numește „hologramă“; vezi Collier R.J., „Holography and Integral Photography“, *Physics Today* (July 1968).



bibliografie

- ALFVEN H.**, *Worlds – Antiworlds* (W.H. Freeman, San Francisco, 1966).
- ASHVAGHOSHA**, *The Awakening of Faith*, trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900).
- AUROBINDO S.**, *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957)
- AUROBINDO S.**, *On Yoga II* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957).
- BOHM D. și HILEY B.**, „On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory”, *Foundations of Physics*, vol. 5 (1975).
- BOHR N.**, *Atomic Physics and Human Knowledge* (John Wiley & Sons, New York, 1958).
- BOHR N.**, *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934).
- CAPEK M.**, *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961).
- CASTANEDA C.**, *The Teachings of Don Juan* (Penguin Books, England, 1970).
- CASTANEDA C.**, *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971).
- CASTANEDA C.**, *Journey to Ixtlan* (bodley Head, London, 1973).
- CASTANEDA C.**, *Tales of Power* (Simon & Schuster, New York, 1974).

- CHEW G.F.**, „Bootstrap: A Scientific Idea?“, *Science*, vol. 161 (May 23rd, 1968), pag. 762-765.
- CHEW G.F.**, „Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?“, *Physics Today*, vol. 23 (October 1970), pag. 23-28.
- CHEW G.F.**, „Impasse for the Elementary Particle Concept“, *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974).
- CHEW G.F.**, **GELL-MANN M.** și **ROSENFELD A.H.**, „Strongly Interacting Particles“, *Scientific American*, vol. 210 (February 1964), pag. 74-83.
- CHUANG TZU**, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971).
- CHUANG TZU**, *Inner Chapters*, trad. Gia-Fu Feng and Jane English (Wildwood House, London, 1974).
- COOMARASWAMY A.K.**, *Hinduism and Buddhism* (Philosophical Library, New York, 1943).
- COOMARASWAMY A.K.**, *The Dance of Shiva* (The Noonday Press, New York, 1969).
- CROSLAND M.P.** (ed.), *The Science of Matter* (History of Science Readings, Penguin Books, England, 1971).
- DAVID-NEEL A.**, *Tibetan Journey* (John Lane The Bodley Head, London, 1936).
- EINSTEIN A.**, *Essays in Science* (Philosophical Library, New York, 1934).
- EINSTEIN A.**, *Out of My Later Years* (Philosophical Library, New York, 1950).
- EINSTEIN A.**, A. Einstein et al., *The Principle of Relativity* (Dover Publications, New York, 1923).
- ELIOT C.**, *Japanese Buddhism* (Routledge & Kegan Paul, London, 1959).
- FEYNMAN R.P.**, **LEIGHTON R.B.** și **SANDS M.**, *The Feynman Lectures on Physics* (Addison-Wesley, Reading, Mass., 1966).
- FORD K.W.**, *The World of Elementary Particles* (Blaisdell, New York, 1965).
- FUNG YU-LAN**, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958).
- GALE G.**, „Chew's Monadology“, *Journal of History of Ideas*, vol. 35 (April-June 1974), pag. 339-348.

- LAMA ANGARIKA GOVINDA**, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973).
- LAMA ANGARIKA GOVINDA**, „Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe“, *The Middle Way* (Buddhist Society, London), vol. 36 (February 1962), pag. 151.
- GUTHRIE W.K.C.**, *A History of Greek Philosophy* (Cambridge University Press, London, 1969).
- HEISENBERG W.**, *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963).
- HEISENBERG W.**, *Physics and Beyond* (Allen & Unwin, London, 1971).
- HERRIGEL E.**, *Zen in the Art of Archery* (Vintage Books, New York, 1971).
- HOYLE F.**, *The Nature of the Universe* (Penguin Books, England, 1965).
- HOYLE F.**, *Frontiers of Astronomy* (Heinemann, London, 1970).
- HUME R.E.**, *The Thirteen Principal Upanishads* (Oxford University Press, London, 1934).
- JAMES W.**, *The Varieties of Religious Experience* (Fontana, London, 1971).
- JEANS J.**, *The Growth of Physical Science* (Cambridge University Press, London, 1951).
- KAPLEAU P.**, *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967).
- KENNETT J.**, *Selling Water by the River* (Vintage Books, New York, 1972).
- KEYNES G.** (ed.), *Blake Complete Writings* (Oxford University Press, London, 1969).
- KIRK G.S.**, *Heraclitus – The Cosmic Fragments* (Cambridge University Press, London, 1970).
- KORZYBSKI A.**, *Science and Sanity* (The International Non-Aristotelian Library, Conn., U.S.A., 1958).
- KRISHNAMURTI J.**, *Freedom from the Known*, editat# de Mary Lutyens (Gollancz, London, 1969).
- KUAN-TZU**, trad. W.A. Rickett (Hong Kong University Press, 1965).

- LAO TZU**, *Tao Te Ching*, trad. Chîu Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970).
- LAO TZU**, *Tao Te Ching*, trad. Gia-Fu Feng and Jane English (Wildwood House, London, 1972).
- LEGGETT T.**, *A First Zen Reader* (C.E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972).
- LOVELL A.C.B.**, *The Individual and the Universe* (Oxford University Press, London, 1958).
- LOVELL A.C.B.**, *Our Present Knowledge of the Universe* (Manchester University Press, 1967).
- MAHARISHI MAHESH YOGI**, *Bhagavad Gita, Capitolele 1-6*, trad. și comentarii (Penguin Books, England, 1973).
- MASCARO J.**, *The Bhagavad Gita* (Penguin Books, England, 1970).
- MASCARO J.**, *The Dhammapada* (Penguin Books, England, 1973).
- MEHRA J.** (ed.), *The Physicist's Conception of Nature* (D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973).
- MIURA I. și FULLER-SASAKI R.**, *The Zen Koan* (Harcourt Brace & World, New York, 1965).
- MULLER F.M.** (ed.), *Sacred Books of the East* (Oxford University Press), vol. XLIX, „Buddhist Mahayana Sutras“.
- MURTI T.R.V.**, *The Central Philosophy of Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1965).
- NEEDHAM J.**, *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956).
- OPPENHEIMER J.R.**, *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1954).
- RADHAKRISHNAN S.**, *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951).
- REPS P.**, *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York).
- ROSS N.W.**, *Three Ways of Asian Wisdom* (Simon & Schuster, New York, 1966).
- RUSSELL B.**, *History of Western Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1961).
- SACHS M.**, „Space Time and Elementary Interactions in Relativity“, *Physics Today*, vol. 22 (February 1969), pag. 510-560.

- SCIAMA D.W.**, *The Unity of the Universe* (Faber and Faber, London, 1959).
- SCHILPP P.A.** (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949).
- STACE W.T.**, *The Teachings of the Mystics* (New American Library, New York, 1960).
- STAPP H.P.**, „S-matrix Interpretation of Quantum Theory“, *Physical Review*, vol. D3 (March 15th, 1971), pag. 1303-1320.
- SUZUKI D.T.**, *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968).
- SUZUKI D.T.**, *Outlines of Mahayana Buddhism* (Schocken Books, New York, 1963).
- SUZUKI D.T.**, *On Indian Mahayana Buddhism*, ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968).
- SUZUKI D.T.**, *Zen and Japanese Culture* (Bollingen Series, New York, 1959).
- SUZUKI D.T.**, *Studies in the Lankavatara Sutra* (Routledge & Kegan Paul, London, 1959).
- SUZUKI D.T.**, Preface to B.L. Suzuki, *Mahayana Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1959), pag. 33.
- THIRRING W.**, „Urbausteine der Materie“, *Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, vol. 118 (1968), pag. 153-162.
- VIVEKANANDA S.**, *Jnana Yoga* (Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972).
- WATTS A.W.**, *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957).
- WEISSKOPF V.F.**, *Physics in the Twentieth Century – Selected Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972).
- WEYL H.**, *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton University Press, 1949).
- WHITEHEAD A.N.**, *The Interpretation of Science, Selected Essays*, editat de A.H. Johnson (Bobbs-Merrill, Indianapolis, N.Y., 1961).
- WIENER P.P.**, *Leibniz - Selections* (Charles Scribner's Sons, New York, 1951).
- WIGNER E.P.**, *Symmetries and Reflections – Scientific Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970).

WILHELM H., *Change* (Harper Torchbooks, New York, 1964).

WILHELM R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1972).

WOODWARD F.L. (traducător și editor), *Some Sayings of the Buddha according to the Pali Canon* (Oxford University Press, London, 1973).

ZIMMER H., *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation* (Princeton University Press, 1972).